НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
«Інститут прикладного системного аналізу»
Кафедра математичних методів системного аналізу

«На правах рукопису»
УДК 004.386

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
_____ О.Л.Тимощук
«___»_____20__ р.

Магістерська дисертація
на здобуття ступеня магістра
зі спеціальності 122 Комп'ютерні науки
на тему: «СППР малого бізнесу на основі байєсівських мереж довіри»

Виконав:
студент ІІ курсу, групи КА-з82мп
Черненко Владислав Андрійович

_____

Керівник: доцент кафедри ММСА
к. ф.-м. н., доц.
Шубенкова І.А.

_____

Рецензент:
професор кафедри АУТС ФІОТ,
д.т.н., доцент, Корнієнко Б. Я.

_____

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.
Студент _____

Київ
2019

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Інститут прикладного системного аналізу
Кафедра математичних методів системного аналізу

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)
Спеціальність (спеціалізація) – 122 «Комп'ютерні науки» («Системи і методи штучного інтелекту»)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ О.Л. Тимощук
«___»_____20__ р.

ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студенту
Черненко Владислав Андрійович

1. Тема дисертації «СППР малого бізнесу на основі бйєсівських мереж довіри», науковий керівник дисертації Шубенкова Ірина Анатоліївна, кандидат фізико-математичних наук, доцент, затверджені наказом по університету від «05» листопада 2019 р. №3825-с
2. Термін подання студентом дисертації 13 грудня 2019 _____
3. Об'єкт дослідження Система підтримки прийняття рішень малого бізнесу
4. Предмет дослідження Аналіз методів та методології оцінки ефективності малого бізнесу
5. Перелік завдань, які потрібно розробити
1) Дослідити та проаналізувати основні фінансові проблеми компанії малого бізнесу; 2) Створити продукт, який покращить фінансовий стан компанії; 3) Пояснити переваги створеного програмного продукту
6. Орієнтовний перелік графічного (ілюстративного) матеріалу
Схема графічної бази даних
7. Орієнтовний перелік публікацій _____
8. Дата видачі завдання 05 вересня 2019 року

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1)	Написання вступу магістерської дисертації	02.09.2019-08.09.2019	
2)	Підготовка навчальної вибірки, навчання моделей	09.09.2019-15.09.2019	
3)	Підготовка матеріалів першого розділу магістерської дисертації	16.09.2019-22.09.2019	
4)	Проведення порівняльного аналізу побудованих моделей	23.09.2019-29.09.2019	
5)	Підготовка графічної частини магістерської дисертації	30.09.2019-06.10.2019	
6)	Підготовка матеріалів другого розділу магістерської дисертації	07.10.2019-27.10.2019	
7)	Підготовка матеріалів третього розділу та стартап проекту магістерської дисертації	28.10.2019-17.11.2019	
8)	Написання висновку магістерської дисертації	18.11.2019-25.11.2019	

Студент В.А. Черненко

Науковий керівник дисертації І.А. Шубєнкова

РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація 112 с., 15 рис., 14 табл., 0 додатків, 25 джерел.

Об’єктом дослідження є система підтримки прийняття рішень малого бізнесу.

Предметом дослідження є аналіз методів та методології оцінки ефективності стартегії малого бізнесу.

Мета дослідження:

1. Дослідити та проаналізувати основні фінансові потреби компаній малого бізнесу.
2. Створити на підставі головних атрибутів програмний продукт, який дозволить користувачам ефективно покращити фінансовий стан компанії на основі звітів, за попередні економічні витрати.
3. Пояснити ефективність, а також переваги створеного програмного продукту.

Теоретичною та методологічною основою дослідження є праці зарубіжних вчених в галузі екоомічної теорії та математичного моделювання.

Результатом магістерською дисертації є дослідження прибутку компанії та створення стратегії на майбутнє.

СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ МАЛОГО БІЗНЕСУ НА ОСНОВІ БАЙЄСІВСЬКИХ МЕРЕЖ ДОВІРИ

ABSTRACT

Master Thesis 112 p., 15 fig., 14 tabl., 0 annexes, 25 sources.

The object of the study is a small business decision support system.

The subject of the study is an analysis of methods and methodologies for evaluating the effectiveness of a small business strategy.

The aim of the study:

1. Research and analyze the basic financial needs of small businesses.

2. To create a software product based on the main attributes that will allow users to effectively improve the financial position of the company on the basis of reports, for previous economic costs.

3. Explain the effectiveness and benefits of the created software product.

The theoretical and methodological basis of the study is the work of foreign scientists in the field of ecological theory and mathematical modeling.

The result of the master's thesis is to study the company's profits and create a strategy for the future.

SMALL BUSINESS DECISION SUPPORT SYSTEM BASED ON BAYESIAN TRUST NETWORKS

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

ЕС	експертна система
БЗ	база знань
БСД	бфйєсівські мережі довіри
ТУВ	таблиця умовних ймовірностей
ФУВ	функція умовних ймовірностей
СППР	система підтримки прийняття рішень
ДЕС	дорадчі економічні системи
ОПР	особа, яка приймає рішення
ІТ	інформаційні технології
БД	база даних
ЕОМ	електронно обчислювальна машина
ІС	інформаційні системи
ВНЗ	вищий навчальний заклад
УМАВ	утилітарний мульти атрибутний вибір
СУБД	система управління базою даних
СОДГР	система обробки даних і генерації результатів
ПЗ	програмне забезпечення
СПР	система представлення результатів
АІ	адаптивний інтерфейс
ПС	програмна система
ПМ	природо-мовний

ВСТУП

Велика кількість компаній, особлива компанії, які мають невеликий бюджет, компанії малого бізнесу, а також компанії яким не уникнути великої кількості фінансовх втрат, найчастіше потребують змін до кращої сторони.

Таким чином існують багато людей та професій, такі як аналітики, фінансові менеджери та багато інших, які призначені для того, щоб виправити фінансову ситуацію, а також у майбутньому збільшити прибуток та покращити розвиток таких компанії, але вони не завижди користуються додатковим програмним забезпеченням, або програмним забезпечення, яке надає їм компанія в якій вони працюють і як правило, таке ПЗ не є ефективним, особливо коли не існує універсального ПЗ.

У таких випадках, починають наймати спеціальних розробників та спеціалістів, які починають робити продукт для зручного користування та заповнення даних компанії щоб співробітникам буле легше взаємодіяти із фінансовим положенням компанії, за допомогою універсальних програм.

В даній роботі ми виступаємо в ролі розробника, якому надали можливість створити універсальний програмний продукт для полегшення роботи аналітикам та фінансовим менеджерам, та збільшення можливості покращити фінансовй результат компанії.

В даному проекті було створено програмний продукт який на основі заповнення звітів за пепередній період, в даній ситуації попередній рік, прораховуючи середні витрати та прибутки кожного співробітника, витрати на оренду приміщення, офісного обладнання, а також можна додавати інші атрибути згідно сфери діяльності компанії, допомагає стратегічно вирішити та

зрозуміти, що саме, приносить прибуток, а що саме робить тільки гірше для компанії.

Після закінчення даного проекту, багато різних компаній, які починають втрачати фінансові прибутки, можуть скористатися саме цим програмним забезпечення, та дізнатися багато невеликих, але значних для компанії фінансових втрат.

Особливістю даної роботи являється те, що даний продукт може бути у вільному доступі, а також доволі ефективним, як для малих так і для великих фінансових компаній і у цьому програмному забезпечені є можливість вносити свої зміни будь ким, не зважаючи на досвід співробітника, це надає можливість уникнути також таких фінансових витрат на додаткового співробітника, який буде працювати та обслуговувати будь який інший програмний продукт.

РОЗДІЛ 1. БАЙЄСІВСЬКІ МЕРЕЖІ ДОВІРИ

1.1 Експертні системи з невизначеність знання

1.1.1 Невизначеності в ЕС і проблеми породжуються ними

У житті часто доводиться оцінювати гіпотези для яких є неповна або недостатня інформація. Іноді важко зробити точні оцінки, але, не дивлячись на невизначеність ми приймаємо розумні рішення. Щоб ЕС були корисними, вони теж повинні вміти це робити. Класичним прикладом цього завдання є медична діагностика. Завжди існують деякі сумніви в чіткості прояву симптомів того або іншого захворювання. Сумніви в наявності у пацієнта конкретного захворювання зберігаються навіть в тому випадку, коли всі його симптоми чітко виражені.

Як же проявляється і враховується невизначеність в експертних системах? Розглянемо найпростішу ситуацію. Нехай використовується правило

Якщо (А), то (В)

і припустимо ніякі інші правила і посилки не мають відношення до даної ситуацій. Де ж виникає невизначеність? В ЕС вона може бути двох типів:

- невизначеність в істинності самої посилки (наприклад, якщо ступінь впевненості в тому, що А істинно становить 90%, то які значення прийме В)

- невизначеність самого правила (наприклад, ми можемо сказати, що в більшості випадків, але завжди, якщо є А, тобто також і В)

Ще більш складна ситуація виникає в разі, якщо правило має вигляд:

Якщо (А і В), то С

де ми можемо з деякою мірою бути впевнені як в істинності кожної з посилок (A, B), а тим більше їх спільного прояви, так і в істинності самого висновку. Існують чотири важливі проблеми, які виникають при проектуванні і створенні ЕС з невизначеними знаннями:

- Як кількісно виразити ступінь визначеності при встановленні істинності (або хибності) деякої частини даних?

- Як висловити ступінь підтримки укладення конкретної посилкою?

- Як використовувати спільно дві (або більше) посилки, незалежно впливають на висновок?

- Як бути в ситуації, коли потрібно обговорити ланцюжок виведення для підтвердження укладення в умовах невизначеності?

Перш за все розглянемо можливості використання теорії ймовірності при введенні в умовах невизначеності.

1.1.2 Теорія суб'єктивних ймовірностей

Основне поняття ймовірності настільки природно, що воно відіграє значну роль в повсякденному житті. Розмови, що стосуються ймовірності дощу або хорошого врожаю в городі часто зустрічаються в нашому житті. Поняття ймовірності було розроблено кілька століть назад. Але вже тисячі років людина використовує такі слова, як "може бути", "шанс", "удача" або інші їх еквіваленти в розмовній мові.

Однак математична теорія ймовірностей була сформульована відносно недавно (близько 1660 року). Імовірність події класично визначається як

відношення випадків в яких дана подія відбувається до загальної кількості спостережень.

Однак можливі й інші визначення. В даний час існує декілька інтерпретацій теорії ймовірностей. Розглянемо три найбільш домінуючих погляду.

Об'єктивістський погляд. Полягає в тому, що розглядає ймовірність відносини результатів до всіх спостереженнями протягом тривалого часу. Іншими словами цей підхід заснований на законі великих чисел, що гарантує те, що при наявності досить великої кількості спостережень частота випадків, цікавить події буде прагнути до об'єктивної ймовірності.

Персонофіцірованний, суб'ектівісткій або заснований на судженнях погляд. Полягає в тому, що імовірнісна міра розглядається як ступінь довіри того, як окрема особистість судить про істинність деякого висловлювання. Цей погляд постулює, що дана особа має в певному сенсі ставлення до цієї події. Але це не заперечує можливості того, що дві прийнятні особистості можуть мати різні ступені довіри для одного і того ж судження. Термін "байесовкій" часто використовується як синонім суб'єктивної ймовірності.

Необхідний або логічний. Характеризується тим, що імовірнісна міра розширюється на безліч тверджень, що мають логічний зв'язок таку, що істинність одного з них може виводитися з іншого. Іншими словами ймовірність вимірює ступінь доказовості логічно вивіреного ув'язнення. Такий погляд можна розглядати як розширення звичайної логіки.

Ці імовірнісні інтерпретації використовують і різні схеми виведення. Однак існує всього дві школи імовірнісних розрахунків: школа Паскаля (або загальноприйнята), школа Бекона (або індуктивна). Розрахунки по Паскалю використовують байєсовські правила для перевірки і обробки заходів довіри. Обчислення по Бекону використовують правила логіки для доведення або спростування гіпотез. Таким чином, загальноприйняті ймовірності (по

Паскалю) не можуть бути отримані з індуктивних ймовірностей (за Беконом) і, навпаки. Об'єктивістський і суб'єктивний погляди використовують розрахунки по Паскалю. Ті, хто підтримують логічні висновки, використовують розрахунки по Бекону.

Існують ЕС, побудовані на обох з цих напрямків. Однак в ЕС бази знань накопичують людські знання, тому для представлення знань експертів з урахуванням ймовірностей найбільш підходящими є інтерпретація на основі суб'єктивних довір. В результаті чого і більшість сучасних ЕС, що використовують теорію ймовірностей, є "байесовськими".

1.1.3 Байєсова оцінювання

Перед тим, як ввести теорему Байеса розглянемо деякі фундаментальні поняття теорії ймовірностей. Нехай А деяка подія реального світу. Сукупність усіх елементарних подій називається вибірковим простором або простір подій (□). Імовірність події А, позначається р (А) і кожна імовірнісна функція р повинна задовольняти трьом аксіомам:

1. Імовірність будь-якої події А є неотрицательной, тобто

$$p(A) \geq 0 \quad для \quad \forall A \in \Omega$$

2. Імовірність всіх подій вибіркового простору дорівнює 1, тобто

$$p(\Omega) = 1.$$

3. Якщо k подій ***A1, A2, ..., Ak*** є взаємно незалежними (тобто не можуть підійти одночасно), то ймовірність, принаймні, одного з цих подій дорівнює сумі окремих ймовірностей, або

$$p(A_1 \cup A_2 \cup \quad ... \quad \cup A_k) \quad = \quad \sum_{i=1}^{k} p(A_i)$$

Аксіоми 1 і 2 можна об'єднати, що дає

$$1 \geq p(A) \geq 0 \quad \textit{для} \quad \forall A \in \Omega.$$

Це твердження показує, що ймовірність будь-якої події знаходиться між 0 і 1. За визначенням, коли p (A) = 0, то подія A ніколи не станеться. У тому випадку і коли p (A) = 1, то подія A має відбутися обов'язково.

Доповнення до A, що позначається (¬A), містить сукупність всіх подій в **Ω** за винятком ***A***. Оскільки ***A*** та **¬*A*** є взаімонезавісімие (тобто **A ∪ ¬A= Ω**), то з аксіоми 3 випливає наступне

p(A) + p(¬A) = p(A ∪ ¬A) = p(Ω) = 1.

Переписуючи це рівність у вигляді ***p (¬A) = 1 - p (A)***, ми отримує шлях для отримання ***p (¬A) з p (A)***.

Припустимо тепер, що ***B ∈ Ω*** деяке інше подія. Тоді ймовірність того, що станеться A за умови, що сталося ***B*** записується у вигляді ***p (A | B)*** і називається умовною ймовірністю події ***A*** при заданому подію ***B***.

Імовірність того, що обидві події ***A*** і ***B*** відбудуться ***p (A ∩ B)*** називається *спільної ймовірністю подій* ***A*** та ***B***. Умовна ймовірність ***p (A | B)*** дорівнює відношенню спільної ймовірності ***p (A ∩ B)*** до ймовірності події ***B***, за умови, що вона не дорівнює 0, тобто.

$$p(A \mid B) = \frac{p(A \cap B)}{p(B)}$$

Аналогічно умовна ймовірність події ***B*** за умови ***A***, позначається ***p (B | A)*** дорівнює:

$$p(B \mid A) = \frac{p(B \cap A)}{p(A)}$$

і таким чином

$$p(B \cap A) = p(B \mid A) \times p(A) \ .$$

Так, як спільна ймовірність коммутативна (тобто від перестановки місць сума не змінюється), то

$$p(A \cap B) = p(B \cap A) = p(B \mid A) \times p(A) \ .$$

Підставляючи це рівність в раніше отриманий вираз для умовної ймовірності ***p (A | B)*** отримаємо правило Байеса

$$p(A \mid B) = \frac{p(B \mid A) \times p(A)}{p(B)} \ .$$

У ряді випадку наше знання того, що відбулася подія ***B***, не впливає на ймовірність події ***A*** (або навпаки ***A*** на ***B***). Іншими словами, ймовірність події ***A*** не залежить від того, що сталося чи ні подія ***B***, так що

p (A | B) = p (A) і p (B | A) = p (B).

У цьому випадку говорять, що події А і В є незалежними.

1.1.4 Теорема Байєса як основа управління невизначеністю.

Наведені вище співвідношення припускають певний зв'язок між теорією ймовірностей і теорією множин. Якщо ***A*** і ***B*** є непересічними множинами, то об'єднання множин відповідає сумі ймовірностей, а перетин - добутку ймовірностей, тобто

$$p(A \cup B) = p(A) + p(B) \quad \text{и} \quad p(A \cap B) = p(A) * p(B)$$

Без припущення незалежності цей зв'язок є неточною і формули повинні містити додаткові члени включення і виключення (так наприклад, $p(A \cup B)=p(A)+p(B)-p(A \cap B)$).

Продовжуючи теоретико - множинне позначення ***B*** можна записати як $B = (B \cap A) \cup (B \cap \neg A)$

Так як це об'єднання явно непересічне, то

$$p(B)=p((B \cap A) \cup (B \cap \neg A))=p(B \cap A)+ p(B \cap \neg A)=p(B|A)p(A + p(B|\neg A)p(B)$$

Повертаючись до позначення подій, а не множин, остання рівність може бути підставлений в правило Байєса

$$p(A \mid B) = \frac{p(B \mid A) \times p(A)}{p(B \mid A) \times p(A) + P(B \mid \neg A) \times p(\neg A)} \ .$$

Це рівність є основою для використання теорії ймовірності в управлінні невизначеністю. Воно забезпечує шлях для отримання умовної ймовірності події В за умови А. Це співвідношення дозволяє ЕС управляти невизначеністю і "робити висновок вперед і назад".

1.2 Логічний висновок на основі суб'єктивної ймовірності

1.2.1 Найпростіший логічний висновок

Розглянемо випадок, коли всі правила в експертній системі відображаються у формі:

Якщо <H є істинною> Те <E спостерігатиметься з ймовірністю p>.

Очевидно, якщо ***H*** сталося, то це правило говорить про те, що подія ***E*** відбувається з імовірністю ***p***. Але що буде, якщо стан ***H*** невідомо, а ***E*** сталося? Використання теореми Байеса дозволяє обчислити вірогідність того, що ***H*** істинно. Заміна «***A***» і «***B***» на «***H***» і «***E***» не суттєва для формули Байеса, але з її допомогою ми можемо залишити загальну теорію ймовірності і перейти до аналізу імовірнісних обчислень в ЕС. У цьому контексті:

- ***H*** - подія, що полягає в тому, що дана гіпотеза вірна;

- ***E*** - подія, що полягає в тому, що наступило певне доказ (свідоцтво), яке може підтвердити правильність зазначеної гіпотези.

Переписуючи формулу Байеса в термінах гіпотез і свідоцтв, отримаємо:

$$p(H \mid E) = \frac{p(E \mid H) \times p(H)}{p(E \mid H) \times p(H) + p(E \mid \neg H) \times p(\neg H)} \ .$$

Це рівність встановлює зв'язок гіпотези зі свідоцтвом і, в той же час, спостерігається свідоцтва з поки ще не підтвердженої гіпотезою. Ця інтерпретація передбачає також визначення апріорної ймовірності гіпотези ***p*** (***H***), яка призначається ***H*** до спостереження або отримання деякого факту.

В експертних системах ймовірності, необхідні для вирішення деякої проблеми, забезпечується експертами і запам'ятовується в базі знань. Ці ймовірності включають:

• апріорні ймовірності всіх можливих гіпотез ***p*** (***H***);

• умовні ймовірності виникнення свідоцтв за умови існування кожної з гіпотез ***p*** (***E*** / ***H***).

Так, наприклад, у медичній діагностиці експерт повинен задати апріорні ймовірності всіх можливих хвороб в деякій медичній галузі. Крім того, повинні бути визначені умовні ймовірності прояви тих чи інших симптомів при кожній

з хвороб. Умовні ймовірності повинні бути отримані для всіх симптомів і хвороб, припускаючи, що всі симптоми незалежні в рамках однієї хвороби.

Дві події E_1 і E_2 є умовно незалежними, якщо їх спільна ймовірність за умови деякої гіпотези H дорівнює добутку умовних ймовірностей ці подій за умови H, тобто

$$p(E_1 E_2 \mid H) = p(E_1 \mid H) \cdot p(E_2 \mid H).$$

Його користувачі дати йому ЕС інформацію про спостереження (наявності певних симптомів) і ЕС обчислює $p\ (H_i|E_j \ldots E_k)$ для всіх гіпотез (H_1, ..., H_m) в світлі пред'явлених симптомів (E_j, ..., E_k) і ймовірності, що зберігаються в БЗ.

Імовірність p ($H_i \mid E_j \ldots E_k$) називається ***апостеріорної ймовірністю*** гіпотез H_i за спостереженнями ($E_j, \ldots, E_k$). Ці ймовірності дають порівняльне ранжирування всіх можливих гіпотез, тобто гіпотез з ненульовими апостеріорними можливостями. Результатом виведення ЕС є вибір гіпотези з найбільшою ймовірністю.

Однак, наведена вище формула Байеса обмежена в тому, що кожне свідчення впливає тільки на одну гіпотезу. Можна узагальнити цей вислів на випадок множинних гіпотез ($H_1, \ldots, H_m$) і множинних свідоцтв ($E_1, \ldots, E_n$). Ймовірності кожної з гіпотез за умови виникнення деякого конкретного свідоцтва E можна визначити з виразу:

$$p(H_i \mid E) = \frac{p(E \mid H_i) \times p(H_i)}{\sum_{k=1}^{m} p(E \mid H_k) \times p(H_k)}, \qquad i = \overline{1,m}$$

а в разі множинних свідоцтв:

$$p(H_i \mid E_1E_2\ldots E_n) = \frac{p(E_1E_2\ldots E_n \mid H_i)\times p(H_i)}{\sum_{k=1}^{m} p(E_1E_2\ldots E_n \mid H_k)\times p(H_k)}, \qquad i=\overline{1,m}\ .$$

На жаль цей вислів має ряд недоліків. Так, знаменник вимагає від нас знання умовних ймовірностей всіх можливих комбінацій свідоцтв і гіпотез, що робить правило Байеса малопридатним для ряду додатків. Однак в тих випадках коли можливо припустити умовну незалежність свідчень, правило Байєса можна привести до простішого вигляду:

$$p(H_i \mid E_1E_2\ldots E_n) = \frac{p(E_1 \mid H_i)\times p(E_2 \mid H_i)\times\ldots\times p(E_n \mid H_i)\times p(H_i)}{\sum_{k=1}^{m} p(E_1 \mid H_k)\times p(E_2 \mid H_k)\times\ldots\times p(E_n \mid H_k)\times p(H_k)}, i=\overline{1,m}\ .$$

Разом з тим припущення про незалежність подій в ряді випадків пригнічують точності суджень і свідоцтв в ЕС.

1.2.2 Поширення ймовірностей в ЕС

Ймовірності подій поширюються по БЗ експертної системи на основі правила Байеса для обчислення всіх апостеріорного ймовірностей гіпотез за умови спостерігаються свідоцтв. Ці апостеріорні ймовірності дають ранжувати інформацію про потенційно істинної гіпотезі. Розглянемо приклад, який ілюструє цей процес.

Приклад. Припустимо, що в деякій БЗ є всього три взаємно незалежних гіпотези: $\boldsymbol{H_1}$, $\boldsymbol{H_2}$, $\boldsymbol{H_3}$, які мають апріорні ймовірності: $\boldsymbol{p}$ ($\boldsymbol{H_1}$), $\boldsymbol{p}$ ($\boldsymbol{H_2}$), $\boldsymbol{p}$ ($\boldsymbol{H_3}$), відповідно. Правила БЗ містять два умовно незалежних свідоцтва, які

підтримують вихідні гіпотези в різного ступеня. Апріорні і умовні ймовірності всіх гіпотез і свідоцтв цього прикладу мають таке значення:

При цьому вихідні гіпотези характеризують подія, пов'язана з визначенням надійності деякої фірми:

H₁ - "середня надійність фірми",

H₂ - "висока надійність фірми",

H₃ - "низька надійність фірми".

Подіями, які є умовно незалежними свідоцтвами, що підтримують вихідні гіпотези є: ***E₁*** - "наявність прибутку у фірми" і ***E₁***- "своєчасний розрахунок з бюджетом".

В процесі збору фактів ймовірності гіпотез будуть підвищуватися, якщо факти підтримують їх або зменшуватися, якщо спростовують їх. Припустимо, що ми маємо тільки одне свідчення ***E₁*** (тобто з ймовірністю одиниця настав факт ***E₁***). Спостерігаючи ***E₁*** ми обчислюємо апостеріорні ймовірності для гіпотез відповідно до формули Байєса для одного свідоцтва:

$$p(H_i \mid E_1) = \frac{p(E_1 \mid H_i) \times p(H_i)}{\sum_{k=1}^{3} p(E_1 \mid H_k) \times p(H_k)}, \qquad i = 1,2,3 \quad .$$

Таким чином

$$p(H_1 \mid E_1) = \frac{0,4 \times 0,5}{0,4 \times 0,5 + 0,8 \times 0,3 + 0,3 \times 0,2} = 0,40 \quad ,$$

$$p(H_2 \mid E_1) = \frac{0,8 \times 0,3}{0,4 \times 0,5 + 0,8 \times 0,3 + 0,3 \times 0,2} = 0,48 \quad ,$$

$$p(H_3 \mid E_1) = \frac{0,3 \times 0,2}{0,4 \times 0,5 + 0,8 \times 0,3 + 0,3 \times 0,2} = 0,12 \quad .$$

Після того як E_1 відбулося довіру до гіпотез H_1 і H_3 знизилася, в той час як довіра до H_2 зросла. У тих випадках, коли є факти, які підтверджують як подія E_1, так і подія E_2, то апостеріорні ймовірності вихідних гіпотез також можуть бути обчислені за правилом Байеса:

$$p(H_i \mid E_1E_2) = \frac{p(E_1E_2 \mid H_i) \times p(H_i)}{\sum_{k=1}^{3} p(E_1E_2 \mid H_k) \times p(H_k)}, \qquad i = 1,2,3 \ .$$

Так як події E_1 і E_2 умовно незалежні при даних гіпотезах H_i, то формулу Байеса можна переписати у вигляді:

$$p(H_i \mid E_1E_2) = \frac{p(E_1 \mid H_i) \times p(E_2 \mid H_i) \times p(H_i)}{\sum_{k=1}^{3} p(E_1 \mid H_k) \times p(E_2 \mid H_i) \times p(H_k)}, \qquad i = 1,2,3 \ .$$

Звідки

$$p(H_1 \mid E_1E_2) = \frac{0{,}4 \times 0{,}7 \times 0{,}5}{0{,}4 \times 0{,}7 \times 0{,}5 + 0{,}8 \times 0{,}9 \times 0{,}3 + 0{,}3 \times 0{,}0 \times 0{,}2} = 0{,}393 \ ,$$

$$p(H_2 \mid E_1E_2) = \frac{0{,}8 \times 0{,}9 \times 0{,}3}{0{,}4 \times 0{,}7 \times 0{,}5 + 0{,}8 \times 0{,}9 \times 0{,}3 + 0{,}3 \times 0{,}0 \times 0{,}2} = 0{,}607 \ ,$$

$$p(H_3 \mid E_1E_2) = \frac{0{,}3 \times 0{,}9 \times 0{,}2}{0{,}4 \times 0{,}7 \times 0{,}5 + 0{,}8 \times 0{,}9 \times 0{,}3 + 0{,}3 \times 0{,}0 \times 0{,}2} = 0{,}0 \ .$$

Хоча вихідним ранжированием було H_1, H_2, і H_3, тільки H_1 і H_2 залишилися після отримання свідоцтв E_1 і E_2. При цьому H_1, менш імовірно, ніж H_2. На цьому прикладі ми розглянули процес поширення ймовірностей за елементами ЕС при вступі до неї тих чи інших свідчень.

1.2.3 Послідовне поширення

Однак реально, поширення ймовірностей відбувається поетапно з підсумовуванням окремих свідоцтв та їх впливу на умовну ймовірність у міру надходження окремих $\boldsymbol{E_i}$. Це можна зробити, використовуючи апріорні і апостеріорні ймовірності, в такий спосіб:

1. Задаємо р ($\boldsymbol{H_i}$) - апріорну ймовірність подій $\boldsymbol{H_i}$.

2. Для отриманих свідоцтв $\boldsymbol{E_j}$ записуємо р ($\boldsymbol{E_j} \mid \boldsymbol{H_i}$).

3. З урахуванням теореми Байеса підраховуємо $\boldsymbol{p}$ ($\boldsymbol{H_i} \mid \boldsymbol{E_j}$) в залежності від результату $\boldsymbol{E_j}$, тобто обчислюємо апостеріорну ймовірність події $\boldsymbol{H_i}$.

4. Тепер можна не звертати уваги на всі настали $\boldsymbol{E_j}$ і переобозначив поточну апостеріорну ймовірність події $\boldsymbol{H_i}$, як нову апріорну ймовірність $\boldsymbol{H_i}$. Отже, нехай $\boldsymbol{p}$ ($\boldsymbol{H_i}$) дорівнює $\boldsymbol{p}$ ($\boldsymbol{H_i} \mid \boldsymbol{E_j}$) в залежності від значення $\boldsymbol{E_j}$.

5. Потім виберемо нове свідоцтво для розгляду і перейдемо до п.2.

Проілюструємо цю послідовність на наведеному вище прикладі в припущенні, що спочатку надійшло свідоцтво $\boldsymbol{E_2}$. тоді:

$$p(H_1 \mid E_2) = \frac{0{,}7 \times 0{,}5}{0{,}7 \times 0{,}5 + 0{,}9 \times 0{,}3 + 0{,}0 \times 0{,}2} = 0{,}565 \quad ,$$

$$p(H_2 \mid E_2) = \frac{0{,}9 \times 0{,}3}{0{,}7 \times 0{,}5 + 0{,}9 \times 0{,}3 + 0{,}0 \times 0{,}2} = 0{,}435 \quad ,$$

$$p(H_3 \mid E_2) = \frac{0{,}0 \times 0{,}2}{0{,}7 \times 0{,}5 + 0{,}9 \times 0{,}3 + 0{,}0 \times 0{,}2} = 0{,}0 \quad .$$

Отримані ймовірності можна прийняти за нові апостеріорні ймовірності гіпотез $\boldsymbol{H_1}$, $\boldsymbol{H_2}$, і $\boldsymbol{H_3}$, тобто:

$$p(\tilde{H}_1) = 0{,}565 \ , \quad p(\tilde{H}_2) = 0{,}435 \ , \quad p(\tilde{H}_3) = 0{,}0$$

І якщо тепер додатково надійде свідоцтво ***E3***, то нові апостеріорні ймовірності гіпотез можуть бути обчислені тільки на основі знову надходження свідоцтва:

$$p(H_1 \mid E_1E_2) = p(\tilde{H}_1 \mid E_1) = \frac{0{,}4 \times 0{,}565}{0{,}4 \times 0{,}565 + 0{,}8 \times 0{,}435 + 0{,}3 \times 0{,}0} = 0{,}393 \quad ,$$

$$p(H_2 \mid E_1E_2) = p(\tilde{H}_2 \mid E_2) = \frac{0{,}8 \times 0{,}435}{0{,}4 \times 0{,}565 + 0{,}8 \times 0{,}435 + 0{,}3 \times 0{,}0} = 0{,}607 \quad ,$$

$$p(H_3 \mid E_1E_2) = p(\tilde{H}_3 \mid E_2) = \frac{0{,}3 \times 0{,}0}{0{,}4 \times 0{,}565 + 0{,}8 \times 0{,}435 + 0{,}3 \times 0{,}0} = 0{,}0 \quad .$$

З наведеного прикладу видно, що итерационная процедура послідовного розподілу ймовірностей у міру надходження свідоцтв дозволяє отримати результати аналогічні безпосереднього застосування правила Байеса для випадку одночасного двох надійшли свідоцтв.

1.2.4 Експертні системи, що використовують суб'єктивні ймовірності

Для того, щоб використовувати теорію ймовірності для подання невизначеностей, розробники ЕС повинні отримати всі апріорні і умовні ймовірності від експертів. Хоча вони припускають умовну незалежність для зменшення числа необхідних імовірнісних оцінок, все ж число оцінок, необхідних для них, залишається досить великим.

Таким чином не є сюрпризом, що мало ЕС використовують теорію суб'єктивної вірогідності в прямому вигляді і багато хто з цих систем можуть вирішувати тільки відносно не складні проблеми. У 70-ті роки була розроблена комп'ютерна програма для діагностики, що використовує статистичні дані. Ця програма уникла комбинаторного вибуху шляхом введення обмежень до 7 діагнозів (рівнів).

Більш сучасна ЕС Pathfinder також використовує теорію суб'єктивної вірогідності. Без припущення умовної незалежності серед симптомів Pathfinder діагностує 63 захворювання лімфи з 110 симптомами. Ця система використовує *діаграми впливу*. Це відносно новий інструмент, що дозволяє Байєсова дослідникам і аналітикам по прийняттю рішень візуалізувати імовірнісні залежності в ухваленні рішення і визначити інформаційне стан, для яких передбачається незалежність. IDES - інша експертна система, заснована на діаграмах впливу, яка була розроблена в Берклі в 1990 р.

Основна складність в реалізації суб'єктивних ймовірностей - це величезне число ймовірностей, які повинні бути отримані для побудови БЗ. Якщо, для прикладу, деяка область медичних діагнозів має 100 діагнозів і 700 симптомів, то, принаймні, 70100 значень ймовірностей (70000 умовних + 100 апріорних) повинні бути отримані. Крім того в старих системах необхідно було умова незалежності симптомів, що рідко в реальності виконується.

Мережі довіри - це новий інструмент для вирішення перерахованих проблем, в яких регулюються інформаційні потоки. В даний час Піерл (Pearl) показав, що при поданні інформації в базі знань за допомогою байесовских мереж можна створити узгоджену і несуперечливу *вірогідну базу знань* без необхідності в припущенні умовної незалежності.

1.3 Байєсова мережі довіри як засіб розробки ЕС

1.3.1 Основні поняття і визначення

Байєсовські мережі довіри - Bayesian Belief Network - використовуються в тих областях, які характеризуються успадкованою невизначеністю. Ця невизначеність може виникати внаслідок:

- неповного розуміння предметної області;
- неповних знань;
- коли задача характеризується випадковістю.

Таким чином, байєсовські мережі довіри (БСД) застосовують для моделювання ситуацій, що містять невизначеність в деякому сенсі. Для байесовских мереж довіри іноді використовується ще одна назва *причинно-наслідковий мережу*, в яких випадкові події з'єднані причинно-наслідковими зв'язками.

З'єднання методом причин і наслідків дозволяють більш просто оцінювати ймовірності подій. У реальному світі оцінювання найбільш часто робиться в напрямку від "спостерігача" до "спостереження", або від "ефекту" до "слідству", яке в загальному випадку більш складно оцінити, ніж напрямок "наслідок -> ефект", тобто в напрямку від слідстві.

Розглянемо приклад мережі (Рисунок1.1), в якій ймовірність перебування вершини «***e***» в різних станах (e_k) залежить від станів (c_i, d_j) вершин «**c**» і «**d**» і визначається виразом:

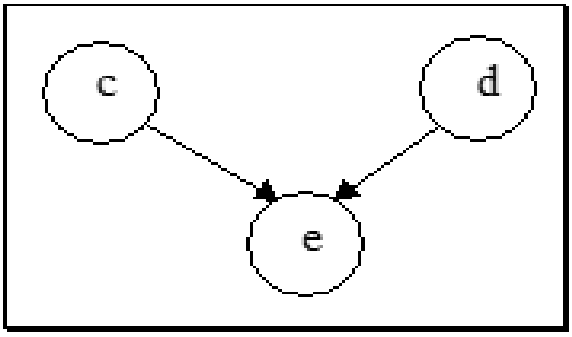


Рисунок.1.1 - Приклад найпростішої байєсівської

$$p(e_k) = \sum_i \sum_j p(e_k \mid c_i, d_j) \times p(c_i, d_j)$$

де $p(e_k \mid c_i, d_j)$ - ймовірність перебування в стані e_k залежно від станів c_i, d_j.

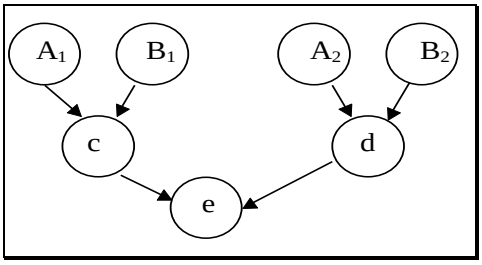


Рисунок 1.2. - Дворівнева БСД

Так як події, представлені вершинами «c» і «d» незалежні, то

$$p(e_k \mid c_i, d_j) = p(c_i) \cdot p(d_j).$$

Рисунок.1.1 Приклад найпростішої байєсівської

Розглянемо приклад більш складної мережі (Рисунок1.2). Даний малюнок ілюструє умовну незалежність подій. Для оцінки вершин «c» і «d» використовуються ті самі висловлювання, що й для обчислення $p(e_k)$, тоді:

$$p(c_i) = \sum_m \sum_n p(c_i \mid A_{1m}, B_{1n}) \times p(A_{1m}) \times p(B_{1n}),$$

$$p(d_j) = \sum_m \sum_n p(d_j \mid A_{2m}, B_{2n}) \times p(A_{2m}) \times p(B_{2n})$$

З цих виразів видно, що вершина «е» умовно не залежить від вершин A_1, A_2, B_1, B_2, так як немає стрілок безпосередньо з'єднують ці вершини.

Розглянувши ці приклади спробуємо тепер більш точно визначити основні поняття, що використовуються в БСД.

Байєсовські мережі довіри - це спрямований ациклічний граф, що володіє наступними властивостями:

- кожна вершина являє собою подія, що описується випадковою величиною, яка може мати кілька станів;
- всі вершини, пов'язані з "батьківськими" визначаються таблицею умовних ймовірностей (ТУВ) або функцією умовних ймовірностей (ФУВ);
- для вершин без "батьків" ймовірності її станів є безумовними (маргінальними).

Іншими словами, в байесовских мережах довіри вершини представляють собою випадкові змінні, а дуги - імовірнісні залежності, які визначаються через таблиці умовних ймовірностей. Таблиця умовних ймовірностей кожної вершини містить ймовірності станів цієї вершини за умови станів її "батьків".

1.3.2 Процес міркування (висновку) в байесовских мережах довіри

Слід зазначити, що наслідком байєсівської теореми є те, що вона підтримує оцінку графа в обох напрямках. Процес міркування в ЕС супроводжується поширенням по мережі новоприбулих свідоцтв.

Введення в байєсовські мережі довіри нових даних призводить до виникнення перехідного процесу поширення по байєсівської мережі довіри знову надходження свідоцтва. Після завершення перехідного процесу кожному висловлюванню, асоційованого з вершинами графа, приписується апостериорная ймовірність, яка визначає ступінь довіри до цього висловлювання (believe - довіряти (англ.)):

$$Bel(V_j^i) \overset{\Delta}{=} p\left(V_j^i \mid D\right),$$

де ***D*** - об'єднання всіх надійшли в систему даних;

$\boldsymbol{V_j^i}$ - композиційні висловлювання, складені з елементарних, тобто безліч значень $\boldsymbol{X_i}$ складають $\boldsymbol{V_j^i}$;

$\boldsymbol{X_i}$ - пропозіціонние змінні (тобто змінні, значеннями яких є висловлювання), що визначають стан вершин БСД.

При цьому процес поширення ймовірностей в БСД грунтується на механізмі перерахунку, в основі функціонування якого лежить наступна послідовність дій:

1. З кожною вершиною мережі асоційований обчислювальний процес (процесор), який отримує повідомлення від сусідніх (пов'язаних з ним дугами) процесорів.

2. Цей процесор здійснює перерахунок апостеріорного ймовірностей ***Bel*** ($\boldsymbol{V_j^i}$) для всіх можливих значень $\boldsymbol{V_j^i}$ даної змінної $\boldsymbol{X_i}$ і посилає сусіди вершин відповідні повідомлення.

3. Діяльність процесора ініціюється порушенням умов узгодженості з станами сусідніх процесорів і триває до відновлення цих умов.

У деяких системах, що реалізують байєсовські мережі довіри використовується метод noisy or gate, що дозволяє істотно спростити обчислювальний процес. Суть його полягає в тому, що в ряді прикладів вершина «**y**» може бути умовно незалежна від цілого ряду вершин «$\mathbf{x_r}$», де **r = 1,2, ..., n**. Для того, щоб скоротити оцінку $\mathbf{2^n}$ ймовірностей, які необхідні при використанні таблиць умовних ймовірностей, і використовується даний метод. Згідно з ним ймовірність «**y**» в залежності від **n** вершин «$\mathbf{x_r}$» оцінюється як

$$p(y \mid x_1 x_2 \ldots x_n) = 1 - \prod_{i=1}^{n} (1 - p(y \mid x_i)) \ ,$$

що дозволяє оцінити тільки **$p(y|x_1)$, $p(y|x_2)$ ... $p(y|x_n)$,** і на їх підставі визначити оцінку **$p(y|x_1 x_2 \ldots x_n)$.**

1.3.3 Байєсовські мережі довіри як один із напрямів сучасних експертних систем

Вибір байесовских мереж довіри як ЕС в порівнянні з іншими напрямками їх побудови обумовлений рядом причин.

1. Логічний висновок в байесовских мережах довіри є трактуються з обчислювальної точки зору, так як теорія, що лежить в його основі, має аксіоматичне обгрунтування, відпрацьований протягом останніх десятиліть. У той час, як системи, засновані на теорії нечітких множин, на теорії функцій довіри, теорії Демпстера-Шефера не має строгого математичного обґрунтування і в більшості випадків використовують евристичні процедури (ЕС типу MYCIN, EMYCIN і т.д.).

2. Показано, що психологічно простіше виконувати суб'єктивне розподіл усіх оцінювання причинно-наслідкових зв'язків.

3. Метод noisy or gate забезпечує ефективне обчислення умовних ймовірностей.

4. Незважаючи на те, що теорію ймовірності часто критикують з точки зору її використання в «знаннях», вона не порушує загальних уявлень про «замкненому світі» об'єктів.

Одними з найбільш поширених для сучасних ПЕОМ програмних систем, що реалізують теорію байесовских мереж довіри, є:

- "MSBN" фірми Microsoft

- "Hugin" фірми Hugin AIS, Данія

Hugin є програмою реалізацією системи прийняття рішень на основі байесовских мереж довіри. Має дві версії Pro і Explorer. Функціонує в середовищі OS Windows'95, Windows NT, а також має версію UNIX. Ця система має розвинений інтерфейс і дозволяє досить просто створювати бази знань і фактів. Використовує два основні режими роботи:

- режим редагування і побудови причинно-наслідкового мережі, а також заповнення таблиць умовних ймовірностей, що є кількісним описом БЗ.

- режим розрахунку імовірнісних оцінок для ухвалення рішення по всіх подіях, що входять в причинно-наслідковий мережу. Розрахунки можуть здійснюватися як на основі класичної теорії Байеса, так і на основі методів теорії можливостей.

"Hugin" має можливість зв'язку з основними найбільш поширеними програмними засобами фірми Microsoft. Дана ЕС має всі основні функції будь-якої інформаційної системи, включаючи такі як: зберігання даних, висновок на принтер всіх елементів ЕС, діагностика помилок в роботі.

1.3.5 Подання знань з використанням байєсівської мережі довіри і умовна незалежність подій

Розглянемо фрагмент вистави медичної БЗ, в якій можна виділити захворювання, симптоми їх прояву, а також фактори ризику, що впливають на виникнення захворювань. Нехай деяка спрощена модель якісного опису БЗ має вигляд, наведений на мал.1.5. Ця модель відповідає наступному набору медичних знань:

- Задишка [o] може бути внаслідок туберкульозу [t], раку легенів [r] або бронхіту [b], а також внаслідок жодного з перерахованих захворювань або більш, ніж одного.

- Візит в Азію [a] підвищує шанси туберкульозу [t].

- Куріння [k] - фактор ризику, як для раку [r], так і бронхіту [b].

- Результати рентгена, визначаючи затемненими в легенях не дозволяють розрізнити рак [r] і туберкульоз [t], так само як не визначає факт наявності або відсутності задишки [o].

Останній факт представляється в графі проміжної змінної (подією) [tr]. Ця змінна відповідає логічній функції «або» для двох батьків ([t] і [r]) і вона означає наявність або однієї, або двох хвороб або їх відсутність.

Важливе поняття байєсівської мережі довіри - це умовна незалежність випадкових змінних, відповідних вершин графа. Дві змінні **A** і **B** є *умовно незалежними* при даній третій вершині **C**, якщо при відомому значенні **C**, значення B не збільшує інформативність про значення A, тобто

$$p(A \mid B, C) = p(A \mid C).$$

Якщо є факт, що пацієнт курить, то ми встановлюємо наші довіри щодо раку і бронхіту. Однак наші довіри щодо туберкульозу не змінюються. Тобто [t] умовно не залежить, від [k] при даному порожньому безлічі змінних

$$p(t \mid k) = 0$$

Надходження позитивного результату рентгена пацієнта підвищують наші довіри щодо туберкульозу і раку, але не щодо бронхіту. Тобто [b] - умовно не залежить від [x] при даному k

$$p(b \mid x, k) = p(b \mid k)$$

Однак, якщо б знали також, що у пацієнта прискорене дихання [o], то рентгенівські результати також мали б вплив на нашу довіру щодо бронхіту. Тобто [b] умовно залежить від [x] при даних o і k. Таким чином, логічний висновок в БСД означає обчислення умовних ймовірностей для одних змінних при наявності інформації (свідоцтв) про інших. При цьому для поширення ймовірностей використовується теорема Байеса.

1.4 Діаграми впливу

1.4.1 Призначення і основні компоненти діаграм впливу

Діаграми впливу використовуються для прийняття рішень. Фактично діаграми впливу - це байєсовські мережі довіри розширені поняттями користі (utility) і рішення (decisions). Якщо байєсовські мережі довіри містили тільки один тип вершин, які ми назвемо вершинами шансів, і які відповідали стану випадкових змінних, то в діаграмах впливу використовуються ще, як мінімум, два типи вершин: вершини рішення, що позначаються в діаграмах впливу прямокутниками і вершини користі, що позначаються в діаграмах впливу у вигляді ромба.

Вершини рішення, а точніше сказати вказівки, що містяться в них, визначають тимчасове старшинство:

- стрілка від випадкової змінної (вершини шансів) до змінної рішення (вершині рішення) вказує, що значення випадкової змінної відомо на момент прийняття рішення;

- стрілка від змінної рішення до будь-якої іншої змінної вказує час, впорядковане рішенням.

При цьому мережа повинна залишатися ациклической і повинен існувати безпосередній шлях, що містить всі вершини рішення в мережі.

У процесі прийняття рішення важливо не просто знайти рішення, а знайти рішення найкраще в якомусь сенсі. З цією метою в діаграмах впливу «вершини користі» зв'язуються зі станом мережі.

Кожна вершина користі (корисності) містить функцію корисності, яка пов'язує кожну конфігурацію стану її батьків з корисністю. Вершини корисності не мають спадкоємців (а, отже, стрілка може бути спрямована тільки до них), тобто

Приймаючи рішення ми виходимо ймовірності конфігурації мережі. Тому можна обчислити очікувану корисність кожної альтернативи і вибрати альтернативу з найбільшою очікуваною корисністю. Це *принцип максимальної очікуваної корисності*. Діаграма впливу може містити кілька вершин корисності. При цьому загальна функція корисності являє собою суму всіх локальних функцій корисності.

$$F(x_1, \dots, x_n) = \sum_{i=1}^{k} f_i(x_1, \dots, x_n)$$

Процес прийняття рішення з використанням діаграм впливу буде здійснюватися в наступному порядку:

• після спостереження значень змінних, які є батьками першої вершини рішення ми хочемо знати максимальну корисність для альтернатив;

• ЕС вирахує ці корисності в припущенні, що всі майбутні рішення будуть зроблені оптимально, використовуючи всі наявні свідчення в момент кожного рішення.

1.5 Мережі довіри з умовно гауссовскими змінними

1.5.1 Безперервні випадкові величини

До цього часу ми припускали, що кожне з подій **Z** характеризується кінцевим безліччю станів (**z_1, z2**, ... **z_n**) і можливостями перебування в кожному з них:

$$\mathbf{Pz_1, Pz_2, \ldots, Pz_n;} \quad \sum_{i=1}^{n} Pz_i = 1$$

Однак у багатьох випадках події можуть приймати будь-які стани з деякого діапазону. Так, наприклад, прибутковість будь-якого заходу може характеризуватися будь-яким числовим значенням очікуваного прибутку.

В цьому випадку **Z** буде безперервною випадковою величиною, простором можливих станів якої буде весь діапазон допустимих її значень:

$$\mathbf{Z = \{z \mid a \le z \le b\},}$$

містить безліч точок. При цьому вже не можна говорити про ймовірність окремого стану, так як при нескінченно великому їх числі вага кожного буде дорівнює нулю. Тому розподіл ймовірностей для неперервної випадкової величини визначається інакше, ніж в дискретному випадку і для їх характеристики використовуються: функції розподілу ймовірностей; щільності розподілу ймовірностей.

Функція розподілу ймовірностей **F (x)** визначає ймовірність того, що значення випадкової величини z НЕ перевершать деякого x, тобто

$$\mathbf{F(x) = P(-\infty < z \le x)}$$

Ця функція має такі властивості, як: **F (x)** - неубутна функція,

F (-∞) = 0, F (∞) = 1. Загальний вигляд функції, що задовольняє зазначеним властивостям, графічно можна представити у вигляді, аналогічному до наведеного на рис.1.3. Знаючи функцію розподілу ймовірностей можна обчислити вірогідність того, що значення випадкової величини z виявиться всередині малого інтервалу від **x** до **x + Δx**

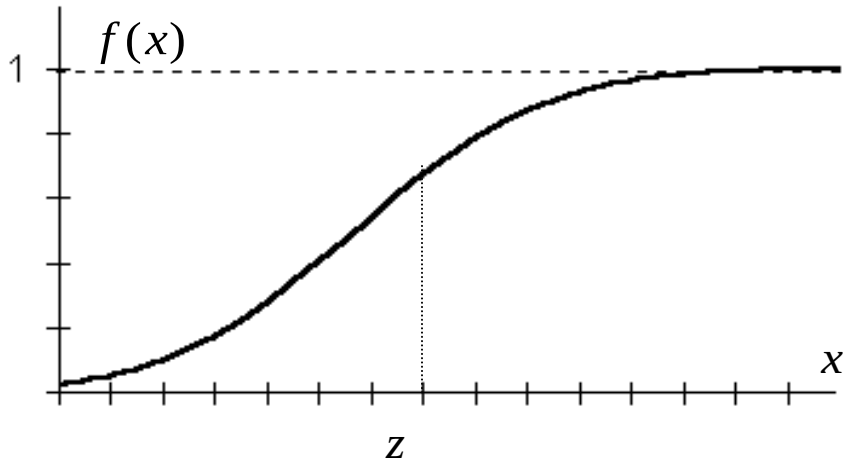


Рисунок 1.3 - Функція розподілу ймовірностей

$$P(x \le z < x + \Delta x) = F(x + \Delta x) - F(x) == \frac{F(x + \Delta x) - F(x)}{\Delta x} \cdot \Delta x$$

Перший співмножник в правій частині останнього виразу є значення ймовірності, яка припадає на одиницю довжини ділянки Δx. Межа цього відношення при $\Delta x \to 0$ представляє собою похідну функції розподілу

$$f(x) = \lim_{x \to 0} \frac{F(x + \Delta x) - F(x)}{\Delta x} = \frac{dF(x)}{dx}$$

і називається щільністю розподілу ймовірностей. Відзначимо основні властивості функції **f(x)**:

тобто інтеграл щільності розподілу ймовірностей дає можливість того, що випадкова величина z приймає значення, що лежать в інтервалі від a до b;

а). $\int_{a}^{b} f(x)\cdot dx = \int_{F(a)}^{F(b)} dF(x) = F(b) - F(a) = P(a \le z < b),$

б). $\int_{-\infty}^{\infty} f(x)\cdot dx = 1,$

звідки випливає, що площа, обмежена кривою **f(x)** і віссю абсцис, завжди дорівнює одиниці.

1.5.2 Безперервні гаусові змінні

Безперервної гауссовской змінної будемо називати випадкову величину, яка підпорядковується нормальному (або гауссовскому) закону розподілу, який характеризується функцією розподілу щільності ймовірності виду:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{\frac{-(x-m)^2}{2\sigma^2}}, \text{ для } -\infty < x < \infty.$$

Нормальний розподіл: визначається параметрами m і σ, званими математичним очікуванням і среднеквадратическим відхиленням; зазвичай позначається N (m, σ) і має графік розподілу ймовірності виду, аналогічного до наведеного на мал.1.6. У разі нормального розподілу вираз виду:

$P(a < x < b) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_a^b e^{\frac{-(x-m)^2}{2\sigma^2}} \cdot dx$ дозволяє визначити ймовірність того, що випадкова величина потрапляє на заданий інтервал дійсній осі (a, b). Нормальний (або гауссовский) закон розподілу є одним з найбільш важливих і широко поширених законів розподілу випадкових величин, так як він найбільш часто зустрічається на практиці; є граничним законом, до якого наближається ряд інших законів розподілу при досить часто зустрічаються типових умовах.

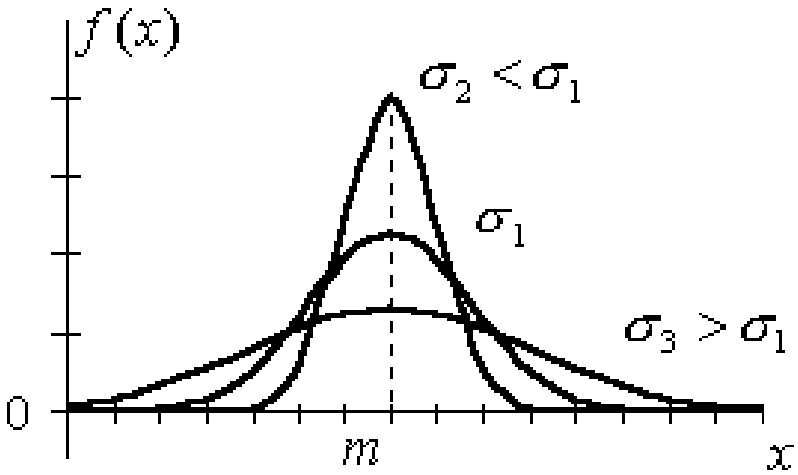


Рисунок 1.4 - Графіки щільності розподілу ймовірностей гауссовских змінних

1.5.3 Числові характеристики випадкових величин

Функція розподілу та щільність розподілу ймовірностей є найбільш повними характеристиками випадкових величин. Однак у багатьох завданнях практики виявляється важко або навіть неможливо повністю описати функцію розподілу ймовірностей.

У той же час для вирішення багатьох завдань досить знати лише деякі параметри, що характеризують випадкову величину з тієї чи іншої точки зору. Найбільш поширеними числовими характеристиками (або моментами)

випадкових величин є математичне очікування і дисперсія, які визначаються наступними математичними виразами (Табл 1.1)

Таблиця 1.1

Для дискретних випадкових змінних, коли простір результатів експерименту Z є кінцевим безліччю	Для безперервних випадкових змінних, коли простір результатів експерименту Z містить безліч точок
$M(z) = m_z = \bar{z} = \sum_{z \in Z} z \cdot p(z)$	$M(z) = m_z = \bar{z} = \int_a^b z \cdot f(x) \cdot dz$
$D(z) = \mu_2(z) = \sum_{z \in Z} (z - m_z)^2 \cdot p(z)$	$D(z) = \mu_2(z) = \int_{-\infty}^{\infty} (z - m_z)^2 \cdot f(x) \cdot dx$

Математичне сподівання є величиною, навколо якої групуються значення випадкової змінної. Дисперсія характеризує відхилення значень випадкової величини від математичного очікування, тобто є характеристикою розсіювання випадкової величини. Чим менше дисперсія, тим тісніше групуються окремі значення випадкової величини поблизу математичного очікування.

Однак в ряді випадків дисперсія виявляється незручною для практичного використання, так як має розмірність квадрата випадкової величини. Тому в якості характеристики розсіювання випадкової величини часто використовують корінь квадратний з дисперсії, що отримав назву середнє відхилення $\sigma_{Ш} = \sqrt{D(z)}$

Відзначимо основні властивості дисперсії: дисперсія невипадковою величини дорівнює нулю $D(c) = M[(c-c)^2] = 0$; невипадково величину можна винести за знак дисперсії, звівши її в квадрат, $D(cz)=M[(cz - cm_z)^2] = c^2 \cdot D(z)$.

1.5.4 Спільне використання дискретних і безперервних змінних в байесовских мережах довіри

В даний час існує ряд програмних реалізацій оболонок ЕС на основі БСД, які дозволяють оперувати не тільки дискретними, а й безперервними випадковими змінними. До числа таких програмних засобів відноситься і Hugin. Однак при використанні БСД, що містять як безперервні, так і дискретні змінні існує ряд обмежень:

- дискретні змінні не можуть мати безперервних батьків;
- безперервні змінні повинні мати нормальний закон розподілу, умовний на значеннях батьків;
- розподіл безперервної змінної **Y** з дискретними батьками **I** і безперервними батьками **Z** є нормальним розподілом

$$\mathbf{P(Y \mid I = i, Z = z) = N(m_y (m_i , m_z), \sigma_y (\sigma_i)),}$$

де $\mathbf{m_y}$ лінійно залежить від безперервних батьків, а $\boldsymbol{\sigma_y}$ взагалі не залежить від безперервних батьків. Однак, обидва вони ($\mathbf{m_y}$ і $\boldsymbol{\sigma_y}$) залежать від дискретних батьків. Це обмеження гарантує можливість точного виведення.

Побудова будь-якої моделі БСД починається з виділення основних об'єктів і подій предметної області, аналізу можливих станів кожного з подій і встановлення причинно-наслідкових зв'язків між ними. Так, в нашому прикладі, виходячи з думки експертів, можна зробити висновок, що на сумарні виробничі витрати впливають:

- ступінь завантаження кожної з груп обладнання протягом досліджуваного періоду;
- значення норми амортизації-ційних відрахувань;

- ставка орендної плати за ділянку, що використовується визна-ленній групою обладнанням.

При цьому модель БСД матиме вигляд, наведений на рiс.8.3, де одинарні овали відповідають дискретним подій, а подвійні овали - безперервним подій (гауссовским змінним). Для того щоб дана якісна модель перетворилася в повну БСД необхідно визначити її кількісні характеристики. Для цього необхідно ретельно проаналізувати кожне з подій.

Так, вершина «Завантаження устаткування» відповідає дискретного події, яке характеризується трьома можливими станами. Імовірність перебування в кожному з них визначається ступенем завантаження кожної з груп обладнання, за умови, що сумарна завантаження всього устаткування дорівнює одиниці.

1.5.5 Логічний висновок в байесовских мережах довіри з безперервними і дискретними станами

Логічний висновок в таких БСД полягає в поширенні ймовірностей і параметрів гауссовских законів розподілу по всій мережі в залежності від отриманих свідчень. Зокрема, для розглянутого прикладу для вихідного набору даних будуть отримані оцінки виробничих витрат:

$$m_{п.з} = 7483,33$$

$$\sigma_{п.з} = 1208,1$$

Однак ці оцінки можуть бути перераховані для випадку інший завантаження устаткування або отримання нових свідоцтв про ставки оренди або нормах амортизації. Поряд з цим може бути зворотний висновок в цій простій експертної системі. Він, наприклад, може полягати у визначенні

допустимих ставок орендних плат при можливому значенні сумарних виробничих витрат.

В основі процесу логічного висновку лежать досить складні математичні алгоритми, які ми розглянемо на найпростішої дворівневої мережі для випадку прямого поширення розподілу ймовірностей.

Нехай незалежні дискретні випадкові величини **X_1, ..., X_s** і безперервні випадкові величини **Z_1, ..., Z_r** впливають на результуючу випадкову величину **Y**. (Рис 1.5)

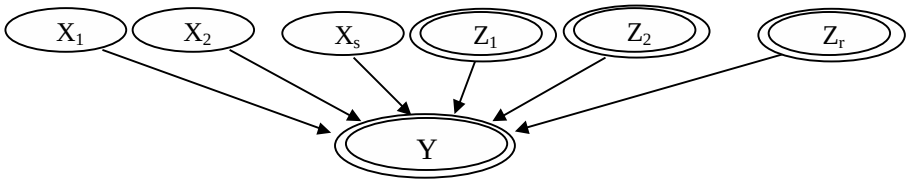


Рисунок 1.5 - Дворівнева БСД з безперервними і дискретними змінними

Кожна з дискретних випадкових величин $X_j\,(j=\overline{1,s})$ має своїми сходами значення $X_{ij}(i=\overline{1,n_j})$ з вірогідністю P_{ij}, для яких $\sum_{i=1}^{n_j} P_{ij}=1$. Спільне вплив дискретних випадкових величин на И характеризується математичним очікуванням $(m_{i1},...,m_{is})$ і дисперсіями $(D_{i1},...,D_{is})$. Кожна з безперервних випадкових величин Z_ℓ має безперервне нормальне розподіл з параметрами (m_ℓ, D_ℓ), де $\ell=\overline{1,r}$. Спільне вплив неперервної випадкової величини Z_ℓ і результатів дискретних величин на результуючу випадкову величину Y характеризується ваговими коефіцієнтами $k_{\ell,i1,...,is}$ для $\ell=\overline{1,r}$.

Тоді характеристики результуючої величини Y можуть бути обчислені за такими виразами:

$$m=\sum_{i_1=1}^{n_1}...\sum_{i_s=1}^{n_s} p_{1,i_1}...p_{s,i_s}(m_{i_1,...,i_s}+\sum_{\ell=1}^{r} K_{\ell,i_1,...,i_s}\cdot m_\ell)$$

$$D = \sum_{i_1=1}^{n_1} \ldots \sum_{i_s=1}^{n_s} p_{1,i_1} \ldots p_{s,i_s} ((m_{i_1,\ldots,i_s} + \sum_{\ell=1}^{r} K_{\ell,i_1,\ldots,i_s})^2 + D_{i_1,\ldots,i_s} + \sum_{\ell=1}^{r} K^2_{\ell,i_1,\ldots,i_s} \cdot D_\ell) - m^2$$

Зокрема, для розглянутого вище прикладу, що містить дві вихідні безперервні (r = 2) змінні і одну дискретну (s = 1) змінну, що має три результати (n1 = 3), числові характеристики випадкової змінної «Виробничі витрати» будуть

$$m = \sum_{i=1}^{3} p_i (m_i + \sum_{\ell=1}^{2} k_{\ell i} \cdot m_\ell) =$$

$$= 0{,}333 \cdot (3000 + 50000 \cdot 0{,}075 + 0{,}6 \cdot 2500) +$$

$$+ 0{,}333 \cdot (3200 + 40000 \cdot \ 0{,}075 + 0{,}5 \cdot 2500) +$$

$$+ 0{,}333 \cdot (3500 + 3000 \cdot 0{,}075 + 0{,}4 \cdot 2500) =$$

$$+ 0{,}333 \cdot (8250 + 7450 + 6750) = = 7483{,}33$$

$$D = \sum_{i=1}^{3} p_i ((m_i + \sum_{\ell=1}^{2} k_{\ell i} \cdot m_\ell)^2 + D_i + \sum_{\ell=1}^{r} k^2_{\ell\, i} \cdot D_\ell) - m^2 = 1459505{,}6$$

$$\sigma = \sqrt{D} = \sqrt{1459505{,}6} = 1208{,}1$$

Отримані в результаті математичного розрахунку висновки повністю збігаються з результатами, що видаються системою Hugin для аналогічної моделі БСД.

Висновок до першого розділу

У цьому розділі було розглянуто Невизначеності в ЕС і проблеми породжуються ними, Теорема Байєса як основа управління невизначеністю, Основні поняття і визначення, а також Числові характеристики випадкових величин.

РОЗДІЛ 2. СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ МАЛОГО БІЗНЕСУ

2.1 ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ СИСТЕМ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

2.1.1 Прийняття рішень і СППР

Система підтримки прийняття рішень (СППР)(англ. Decision Support System – DSS) – інтерактивна комп’ютерна автоматизована система (програмний комплекс), що призначена для допомоги та підтримки різних видів діяльності людини при прийнятті рішень стосовно розв’язання слабоструктурованих або неструктурованих проблем. Застосування СППР забезпечує виконання ґрунтовного та об’єктивного аналізу предметної області при прийнятті рішень в складних умовах. Задачі прийняття рішень постійно виникають і розв’язуються в природі, у світі що нас оточує – в біологічних, екологічних, соціальних і економічних системах, різноманітних процесах та явищах, наприклад, у процесах функціонування живих організмів та їх колоній, проявах споживчих уподобань, природних катаклізмах тощо.

Рішенням вважається обґрунтований набір дій з боку особи, що приймає рішення (ОПР), спрямованих на об’єкт чи систему управління, який надає можливість привести даний об’єкт чи систему до бажаного стану

або досягнути поставленої мети. Рішення є одним із видів розумової діяльності і проявом волі людини. Характерними ознаками рішення є:

– можливість вибору з набору альтернативних варіантів: за відсутності альтернатив, відсутній і вибір, отже, відсутнє й рішення;

– наявність мети: безцільний вибір не розглядається як рішення;

– необхідність вольового акту ОПР при виборі рішення, тому що вона формує рішення при боротьбі мотивів і думок. Необхідно зазначити, що важливою постає класифікація самих рішень.

За існуючими розробками можна виконати класифікацію рішень, яка наведена у табл. 2.1. Прийняття рішення – це процес вибору найбільш преференційного рішення з множини допустимих рішень або упорядкування множини

рішень. Прийняття рішень можливе на підставі знань про об’єкт управління, процеси, що в ньому відбуваються і можуть відбутися з перебігом часу, а також за наявності множини показників, що характеризують ефективність та якість прийнятого рішення.

Тобто необхідні адекватна модель об’єкту і модель прийняття та оцінювання прийнятого рішення. Під моделлю прийняття рішень мається на увазі

формальне подання поставленого завдання і процесу прийняття рішень. Питання про формальну основу вибору, зокрема, про походження критерію оптимальності становить одну з фундаментальних проблем теорії прийняття рішень (ТПР), що зародилася ще в XVIII в. У ТПР були поставлені і досліджені задачі опису та аналізу типів вибору і таких теоретичних конструкцій, як "корисність", "перевага" і ін. наукові основи ТПР були закладені в період другої світової війни. її родоначальниками вважаються Дж. фон Нейман і О.Моргенштерн, які в 1944р. опублікували книгу з теорії ігор. До середини XX в. оптимізаційний вибір по одному або кількома критеріями був представлений по бінарними відносинами переваг. В основі сучасних моделей покладені припущення про те, яким чином здійснює вибір варіантів індивідуум, яким чином здійснюється вибір колективом.

Таблиця 2.1 - Прийняття рішення

Ознака	Вид рішення		
Ступінь структуризації проблеми	Гарно структуроване	Погано структуроване	Не структуроване
Кількість етапів реалізації рішення	Статичне (один етап)	Динамічне	
Рівень інформаційності про стан проблеми	Умови визначеності	Умови ризику	Умови невизначеності
Кількість ОПР	Одна особа	Багато осіб	
Зміст рішення	Стратегічне	Тактичне	

Будь-який процес прийняття рішення здійснюється в кілька основних етапів. Етап постановки задачі. Складається з фаз аналізу і діагностики проблеми та визначення цілей рішення. На цьому етапі відбувається виявлення та опис проблемної ситуації, збір релевантної інформації і даних; визначаються цілі рішення, яке повинно бути прийнято, що дозволяє задати напрямок пошуку рішень і видалити ті, які не відповідають цілям.

Етап формування рішень. Складається з фаз формулювання обмежень і критеріїв прийняття рішень та визначення альтернатив рішення. На даному етапі відбувається визначення обмежень, дозволяють відокремити прийнятні варіанти від неприйнятних, і критеріїв, що сприяють вибору кращих з придатних варіантів рішення. Потім здійснюється формування безлічі допустимих альтернатив, яке полягає в пошуку і розробці альтернативних варіантів рішення.

Етап вибору рішення. Складається з фаз оцінки альтернатив і остаточного вибору рішення. На даному заключному етапі відбувається оцінка варіантів з безлічі допустимих альтернатив за обраними

критеріям і подальше остаточний вибір рішення. цінність альтернативних варіантів звичайно не однакова, але в умовах неявної переваги одного варіанта перед іншим можуть виникати певні складнощі. Процес прийняття рішення складається з наступних кроків:

- визначення цілей, критеріїв оптимальності, критеріїв відбору "Кандидатів" на отримання ресурсів;
- формування безлічі допустимих альтернатив;
- вибір методів рішення задачі;
- порівняння та впорядкування безлічі альтернатив за обраними критеріям;
- відбір кращих варіантів за критерієм оптимальності і вибір рішення.

Часто в процесі прийняття рішень ОПР припускаються помилок. до найбільш поширених належат:

- прийняте так зване одностороннє рішення;
- відсутній системний підхід при прийнятті рішення;
- при виборі варіантів перевага надана «звичної» альтернативі;
- розглядалися тільки позитивні варіанти, можливий ризик не було враховано;
- прийняте рішення було зумовлене емоціями;
- рішення прийняте імпульсивно;
- при прийнятті рішення допустили поспішності;
- при прийнятті рішення керувалися припущеннями, прихованими бажаннями і помилковими передумовами, а не достовірною суб'єктивної інформацією;
- невірно витлумачені наявні факти;
- неактуальність рішення: рішення було невірно або не вчасно реалізовано (на жаль, нерідка ситуація в українській економіці).

Ефективність рішення Необхідно відзначити, що будь-яке рішення, має сенс тільки тоді, коли воно ефективно. Виділяють два основних фактори, що впливають на ефективність рішень: фактор якості рішення Q і фактор прийняття рішення людиною А. Ефективність рішення Е може бути виражена формулою: $E= Q \cdot A$.

За умови, що один із зазначених факторів прагне до мінімуму, ефективність рішення падає. Фактор якості рішення Q пов'язаний з вибором кращої альтернативи з тих, що призводить проблемна ситуація з урахуванням умов прийняття рішень і можливостей виконавців рішення. Підвищення ефективності рішення головним чином слід направляти на покращення фактора якості, а саме на вірний підбір обмежень і критеріїв рішення, правильне формування безлічі допустимих альтернатив і на коректний вибір кращого для умов завдання варіанту.

Так, ефективність вирішення завдання розподілу ресурсів характеризує ступінь співвімірності досягнутих цілей з витратами ресурсів на їх досягнення і визначається фактором якості рішення Q, який визначається доброкачественностью і глибиною виконання етапу постановки завдання і вибором методів і моделей для вирішення задачі.

Умови прийняття рішень Істотний вплив на вирішення завдань прийняття рішень викликають умови і середовище, в яких відбувається прийняття рішень. У сучасній ТПР класифікують такі умови прийняття рішень:

- Візначеність

Рішення приймається в умовах визначеності, коли точно відомий результат кожного з альтернативних варіантів вибору. відносно небагато рішень при управлінні бізнес-процесами приймаються в умовах визначеності. Такі ситуації зустрічаються в разі прийняття рішень, подібних до тих, що зустрічалися в минулому.

- Ризик

До рішень, що приймаються в умовах ризику, відносяться такі, при формуванні яких результати альтернативних варіантів не є визначеними, але відомі їх ймовірності. Сума ймовірностей всіх результатів певної альтернативи повинна бути дорівнює одиниці. Відзначимо, що в умовах визначеності існує лише один результат кожного варіанта. найбільш бажаний спосіб визначення ймовірності - об'єктивність. ймовірність є об'єктивної, коли її можна визначити математичними методами або шляхом статистичного аналізу накопиченого досвіду. також ймовірність буде визначена об'єктивно, якщо надійде досить інформації для того, щоб прогноз виявився статистично достовірним.

- Невизначеність

Рішення приймається в умовах невизначеності, коли неможливо оцінити ймовірність потенційних результатів. Така ситуація зазвичай має місце, коли фактори, необхідно врахувати, є складними, і по їх неможливо отримати достатньо інформації. Тому ймовірність певного наслідки неможливо прогнозувати з достатнім ступенем вірогідності. Невизначеність характерна для багатьох рішень, прийнятих в швидко мінливих обставинах.

Середовище, в якому відбувається прийняття рішення, також важливим фактором, що впливає на процес прийняття та результат прийняття рішення. Хід часу призводить ситуаційні зміни. якщо зміни значні, то ситуація може змінитися настільки, що обмеження і критерії прийняття рішення стануть недійсними. Тому рішення належить розробляти, приймати і втілювати в умовах, коли інформація і припущення, на яких ґрунтується рішення, залишаються дійсними і актуальними.

Більшість рішень в сучасних складних завданнях приймаються людиною одноосібно або колегіально в умовах наявності невизначеностей різної природи і типів. Невизначеність припускає наявність чинників, при яких результати дій не є детермінованими, а ступінь можливого впливу цих факторів на результати невідома.

Аналіз умов наявності невизначеностей може виконуватися на абстрактному теоретичному рівні або з точки зору конкретної ситуації, наприклад, з точки зору виявлення можливості побудови математичної моделі або з точки зору теорії інформації, де невизначеність виступає як характеристика ситуації вибору. Категорія невизначеності характеризується деякими змінними параметрами, які описують різні види невизначеностей: глобальну невизначеність, ситуативну, політичну, соціальну і т.д. При вирішенні завдань прийняття рішень в умовах наявності невизначеностей необхідно встановити рівень аналізу і типи невизначеностей, які розглядаються.

Необхідно відзначити, що часто невизначеність ототожнюють тільки з відсутністю повної інформації про той чи інший об'єкт. Насправді недостатні знання станів об'єкта - це не єдина невизначеність. Поряд з цим іноді можна розглядати невизначеність цілей і невизначеність критеріїв вибору рішень. У багатьох реальних задачах складність прийняття рішення визначається перш за все кількістю альтернативних варіантів і кількістю і різноманітністю критеріїв оцінки цих варіантів. При вирішенні завдань системного аналізу, прийняття рішень і дослідження операцій виділяють такі основні типи невизначеностей. невизначеність цілей багатокритеріальних задачах.

-невизначеність вибору цілей в ситуаційна невизначеність

-невизначеність впливу неконтрольованих факторів, що позначаються на процесах практичної діяльності;

- невизначеність природи - відсутність достатніх знань про оточення і зовнішні фактори;

- ненадійність очікувань - невизначеність розвитку певних подій в майбутньому

Стратегічна невизначеність - невизначеність цілей і дій активного або пасивного партнера або супротивника, так звана невизначеність конфліктів;

Інформаційна невизначеність - нечіткість і розпливчастість процесів і явищ та інформації про досліджувану систему, відсутність відомостей про достовірність інформації.

Додатково виділяють наступні види невизначеностей:

Структурна невизначеність - невизначеність структури моделі досліджуваної системи.

Параметрична невизначеність - це апріорне невизначеність параметрів моделі системи, складність оцінки та аналізу якості параметрів моделі.

Статистична невизначеність - невизначеність статистичних даних, переважно випливає з обсягу даних, наявності прогалин, імпульсних викидів і т. д. Сюди можна віднести, також невизначеності, обумовлені наявністю збурюючих впливів і помилок (шуму) вимірювань.

Методична невизначеність - невизначеність (неоднозначність), притаманна методу обробки даних або методу розв'язання задачі.

Комбінаторна невизначеність - неможливість знання всіх можливих варіантів. Комбінаторна невизначеність пов'язана з усіма іншими типами невизначеностей і найчастіше випливає з них.

Необхідно відзначити, що в реальних практичних завданнях прийняття рішень і системного аналізу часто наявні види невизначеностей, які разом складають певний комплекс невизначеностей, так звану системну невизначеність.

Однак необхідно відзначити, що процес прийняття рішень людиною має певні обмеження щодо можливості аналізу, обробки даних, отримання рішень прогнозованої якості і швидкості прийняття обґрунтованих рішень. Робота ОПР обмежена як відносинами між окремими особами, так і внутрішніми психологічними і фізіологічними причинами. Людина має можливість одночасно оперувати тільки обмеженим числом операндів і понять, максимум 7 ± 2. Крім того, при аналізі і рішенні багатокритеріальних задач ОПР досить часто виявляють мінливість, невпевненість, нелогічність, спроби істотно спростити завдання. У таких випадках можливості обчислювальних машин значно перевищують можливості людини, що призвело до розробки напрямку розробки систем і методологій, які мають можливість об'єднати переваги людини і комп'ютера і компенсувати їх недоліки - це людино машинні системи.

Системи підтримки прийняття рішень

Серед напрямків розробки людино-машинних систем – системи автоматичного управління, експертні системи і системи підтримки прийняття рішень. Найбільш придатними для вирішення багатьох завдань, зокрема завдання розподілу ресурсів, виявляються СППР. Саме за допомогою СППР ОПР має можливість безпосередньо допомогою обчислювальних засобі проектувати, порівнювати і вибирати альтернативні варіанти рішень в найрізноманітніші способи.

Так, в сучасних умовах застосування нових альтернативних підходів до формування і прийняття високоякісних рішень немислимо без використання електронних інформаційних систем. Причинами повсюдного впровадження інформаційних технологій є зростаюча роль цих технологій практично в кожній області діяльності суспільства і зростаюча міць цих технологій. Застосування сучасних підходів на основі інформаційних технологій надає можливість використовувати обчислювальні потужності комп'ютерів для виконання розрахунків, обробки, аналізу та прогнозування даних в режимі реального часу,

для допомоги в прийнятті рішень. При цьому відбувається автоматизація НЕ стільки ручної праці, скільки інтелектуальної, більш того, в ряді завдань вони виявляються ефективними. Зрозуміло, що в таких випадках доцільно використовувати системи підтримки прийняття рішень, дозволяють приймати важливі рішення, керуючись подіями, які ще не здійснилися, надають можливість розробляти кілька можливих сценаріїв типу «що було б, якби», визначати оптимальні дії і т.

СППР інтегрують в собі такі якості, які роблять їх не тільки дуже корисними для системних задач управління і прийняття рішень, але і по суті незамінними інструментами аналізу даних в сучасних умовах економічного розвитку.

Системи підтримки прийняття рішень створюються для підтримки прийняття рішень ЛПР в складних і слабоструктурованих ситуаціях. Оскільки історично виник ряд різних напрямків діяльності по прийняття рішень, то розрізняють кілька видів СППР, що відображають основні аспекти процесу прийняття рішень: аналіз рішень (Decision Analysis) обчислення (визначення) рішень (Decision Calculus) дослідження рішень (Decision Research) і процес впровадження (Implementation Process). Кожен із зазначених напрямків виникає самостійної перспективою розвитку СППР, проте в "чистому вигляді" вони практично не зустрічаються.

Необхідно відзначити, що для процесу прийняття рішень, який здійснює ОВС без допоміжних засобів, істотне значення мають такі важливі фактори, які повинні бути досліджені і враховані при розробці структури СППР і реалізації системи.

Робоча пам'ять. ОПР здійснює обробку інформації в робочій пам'яті - проміжна між короткостроковими і довгостроковими зона запам'ятовування. Робоча пам'ять може одночасно містити до восьми понять, без відновлення містяться 7-13 секунд.

Джерела інформації. ОПР має можливість отримувати інформацію від органів почуттів і з довгострокової пам'яті. Однак інформація з довготривалої пам'яті вважається менш надійною. По-перше, з часом вона може стиратися, а по-друге, людина схильна застосовувати ту інформацію, яка повторюється, і яка є семантично ближче до інформації, що міститься в робочій пам'яті. Обробка числових даних. Ухвалення рішень часто вимагає виконання обробки великих масивів числових даних і здійснення різних обчислень. ОПР намагається уникати методологій з значними числовими обчисленнями, а за основу алгоритмів прийняття рішень вибирає операції, засновані на якісних і евристичних механізми мислення. Виконання операцій. Реалізація складних процесів мислення та обробки інформаційних елементів може зажадати значного часу ОПР, відіграє важливу роль для систем, що функціонують в масштабі реального часу. ОПР не завжди здатна сформувати прийнятне рішення за короткий проміжок часу.

Зазначені аспекти прийняття рішень виникають певні спільні обмеженнями при прийнятті рішень ЛПР без допоміжних засобів таких, як СППР. Саме такі обмеження сприяли появі та розвитку напрямку створення людино-машинних систем. За сучасним станом розвитку систем ідеальна СППР має такі характеристики:

- використовує слабоструктуровані і нечіткі дані;
- оперує зі слабоструктуровані рішеннями;
- підтримує як взаємопов'язані, так і послідовні рішення;
- може застосовувати знання;
- підтримує моделювання та прогнозування;
- може бути легко побудована, якщо може бути сформульована логіка конструкції СППР;
- проста в застосуванні і модифікації;

- підтримує три фази процесу прийняття рішень: інтелектуальну частина, проектування і вибір;

- призначена для ЛПР різного рівня;

- може бути адаптована до індивідуальної і групової застосування;

- підтримує різні стилі і методи рішень, які можуть бути корисними при застосуванні групою ОВС;

- проявляє гнучкість і адаптується до змін в організації і в її оточенні;

- дозволяє людині управляти процесом прийняття рішення по допомогою комп'ютера, а не навпаки;

- підтримує еволюційне застосування і легко адаптується до мінливих вимог;

- підвищує ефективність процесу прийняття рішень.

Інтерес до СППР, як перспективної галузі використання обчислювальної техніки та інструментарію підвищення ефективності праці в сфері управління економікою, постійно зростає. В багатьох країнах розробка і реалізація СППР перетворилася на дільницю бізнесу, швидко розвивається. СППР набуває широкого застосування в економіках передових країн світу, при цьому їх кількість постійно збільшується. На рівні стратегічного управління використовується ряд СППР, окремо для довго-, середньо- і короткострокового, а також для фінансового планування, включаючи систему для розподілу капіталовкладень і ресурсів. Орієнтовані на операційне управління СППР застосовуються в галузях маркетингу (прогнозування та аналіз збуту, дослідження ринку і цін), науково-дослідних і конструкторських робіт, в управлінні кадрами.

Операційно-інформаційне застосування пов'язане з виробництвом, придбанням та обліком товарно-матеріальних запасів, їх фізичним розподілом і бухгалтерським обліком. Крім того, в країнах з розвиненою ринковою

економікою велику увага приділяється розвитку систем підтримки інвестиційної діяльності, а також розподілу інвестиційних і фінансових ресурсів. Прикладом такий СППР може бути розроблена в США ще на початку 1980-х років система ISDS (Investment Strategy Decision System - система для підтримки рішень рішень по інвестиційним стратегіям), яка призначена для формування портфеля замовлень. Ця система забезпечує виконання наступних операцій:

- попередній відбір пропозицій;
- порівняльна оцінка нових пропозицій між собою, а також з уже розпочатими роботами;
- об'єднання відібраних пропозицій і виконуваних робіт в інвестиційні групи, кожна з яких формується відповідно до цілей, політикою і бюджетними обмеженнями;
- порівняльний аналіз розподілу довгострокових капіталовкладень;
- уявлення підсумкових даних з різних трендів зміни капіталовкладень;
- видача статистичної інформації, необхідної для звітності.

Крім цього, у зазначеній СППР передбачено накопичення досвіду практичного використання системи, допомагає враховувати колишні результати при формуванні варіантів планів довгострокових капітальних вкладень. Це дозволяє перевіряти правильність рішень в історичній перспективі, порівнюючи їх з аналогічними ситуаціями в минулому.

Застосування СППР в інвестиційних процесах для вирішення завдань розподілу інвестиційних ресурсів дає можливість враховувати вплив значної кількості різних факторів, досить швидко отримувати результат і дозволяє виконувати імітаційне моделювання інвестиційних рішень при різних значеннях параметрів і для різних умов завдання. всі ці операції дуже складно і часто неможливо виконувати без застосування спеціальних засобів, таких як

СППР. Роль СППР в інвестиційної діяльності не в тому, щоб замінити ОПР, а в тому, щоб значно підвищити їх ефективність.

Аналіз практичних аспектів реалізації СППР свідчить, що останнім час актуальною є розробка інтелектуальних засобів підтримки прийняття рішень, полягає в створенні СППР на базі методів математичного моделювання та сучасних методів штучного інтелекту спільно з апаратом експертних систем. СППР, дружні людині, надають можливість вести рівноправний діалог з ЕОМ за допомогою звичайних мов спілкування. системи можна будовувати під стиль мислення користувача, його знань і професійної підготовки, а також під засоби роботи.

Для сучасних СППР характерно наявність таких характеристик.

1. СППР дає керівнику допомогу в процесі прийняття рішень та забезпечує підтримку у всьому діапазоні контекстів задач. думка людини і інформація, що генерується ЕОМ, являють собою єдине ціле для прийняття рішень

2. СППР підтримує і посилює (але не змінює і не скасовує) міркування та оцінку керівника. Контроль залишається за людиною. Користувач «почуває себе комфортно» і «як удома» в системі.

3. СППР підвищує ефективність прийняття рішень. На відміну від адміністративних систем, де робиться акцент на аналітичному процесі, в випадку СППР найважливішою характеристикою є ефективність процесу прийняття рішень.

4. СППР виконує інтеграцію моделей і аналітичних методів з стандартним доступом до даних і вибіркою з них. Для надання допомоги при прийнятті рішень активується одна або декілька моделей. зміст БД охоплює сторію поточних і попередніх операцій, а також інформацію зовнішнього характеру та інформацію про середовище.

5. СППР проста в роботі для осіб, які мають досвід роботи з ЕОМ. Системи дружні для користувачів і не вимагають глибоких знань про обчислювальну техніку, вони забезпечують просте пересування по системі.

6. СППР побудовані за принципом інтерактивного рішення задач. Користувач має можливість підтримувати діалог з СППР в безперервному режимі.

7. СППР орієнтована на гнучкість і адаптивність для пристосування їх до змін середовища або модифікації підходів до вирішення завдань, вибирає користувач. Керівник повинен пристосовуватися до умов, що змінюються умовах сам і відповідно підготувати систему.

8. СППР не повинна нав'язувати користувачеві певного процесу прийняття рішень.

Класифікація СППР

На сьогоднішній день не існує єдиної загальної класифікації СППР. Відзначимо, що чудова для свого часу класифікація Альтера, яка розбивала всі СППР на 7 класів, в даний час дещо застаріла. Розглянемо деякі основні поділу СППР на види за різними характеристиками.

На рівні користувача виділяють такі види СППР:

- активна - може зробити пропозицію, яке рішення слід вибрати;

- пасивна - допомагає в процесі прийняття рішення, але не може внести пропозицію, яке рішення прийняти,

- кооперативні - дозволяє ЛПР змінювати, поповнювати або поліпшувати рішення, пропоновані системою, посилаючи потім ці зміни в систему для перевірки.

Технічно розрізняють наступні СППР:

- СППР рівня підприємства - підключена до великих сховищ даних і обслуговує багатьох менеджерів підприємства; - персональна настільна СППР - мала система, яка обслуговує тільки один комп'ютер користувача.

На концептуальному рівні відрізняють наступні типи СППР:

- керована повідомленнями (Communication-Driven DSS) – підтримує групу користувачів, що працюють над виконанням загального завдання;

- керована даними (Data-Driven DSS, Data-oriented DSS) - в основному орієнтується на доступ і маніпуляції з даними;

- керована документами (Document-Driven DSS) - здійснює пошук та маніпулювання неструктурованою інформацією, заданої в різних форматах;

- керована знаннями (Knowledge-Driven DSS) - забезпечує рішення задач у вигляді фактів, правил, процедур;

- керована моделями (Model-Driven DSS) - забезпечує доступ і маніпуляції з математичними моделями (Статистичними, фінансовими, оптимізаційними, імітаційними).

Відзначимо, що деякі OLAP-системи, що дозволяють здійснювати складний аналіз даних, можуть бути віднесені до так званих гібридних СППР, що забезпечують моделювання, пошук і обробку даних і відповідають властивостям декількох видів СППР.

Залежно від типів даних, з якими ці системи працюють, СППР умовно можна розділити на:

- оперативні;

- стратегічні.

Оперативні СППР призначені для негайного реагування на зміни поточної ситуації в управлінні фінансово-господарськими процесами компанії, об'єднання, галузі або держави. Такі СППР називають Виконавчі Інформаційні Системи (Executive Information Systems). По суті, вони являють собою кінцеві безлічі звітів, побудовані на підставі даних з транзакционной інформаційної системи оперативного обліку підприємства. вони забезпечують адекватне відображення в режимі реального часу основних аспектів виробничої та фінансової діяльності підприємства. для таких СППР характерні такі риси:

- звіти ґрунтуються на стандартних для організації запитах, кількість яких відносно невелика;

- СППР представляє звіти в максимально зручному вигляді, що включає поруч з таблицями, ділову графіку, мультимедійні можливості і т.п.;

- СППР зазвичай орієнтовані на конкретну сферу, наприклад, фінанси, маркетинг, управління ресурсами.

Стратегічні СППР орієнтовані на аналіз значних обсягів різнорідної інформації, яка збирається з різних джерел. Найважливішою метою цих СППР є пошук найбільш раціональних варіантів розвитку бізнесу компанії зі урахуванням впливу різних чинників, таких як кон'юнктура цільових для компанії ринків, зміни фінансових ринків і ринків капіталів, зміни в законодавстві і т.д .. д.

Такі СППР припускають досить глибоке перетворення даних, спеціально перетворених таким чином, щоб їх було зручно використовувати в процесі прийняття рішень. невід'ємним компонентом СППР цього виду є правила прийняття рішень, які на основі агрегованих даних дають можливість менеджерам компанії обґрунтовувати свої рішення, використовувати фактори стійкого росту бізнесу компанії і знижувати ризики. Стратегічні СППР будуються на принципах багатовимірного представлення та аналізу даних (OLAP).

2.1.2 Історія виникнення і розвиток СППР

З самого початку розвитку обчислювальної техніки утворилися два основні напрямки її використання. Перший напрямок – застосування обчислювальної техніки для виконання чисельних розрахунків, занадто довго або взагалі неможливо робити вручну. Становлення цього напрямку сприяло інтенсифікації методів чисельного рішення складних математичних задач,

розвитку класу мов програмування, орієнтованих на зручну запис чисельних алгоритмів, становленню зворотного зв'язку з розробниками нової архітектури ЕОМ.

Другий напрямок - це використання засобів обчислювальної техніки в автоматичної або автоматизованої інформаційної системи (ІС). В самому широкому сенсі інформаційна система являє собою програмний комплекс, функції якого полягають у підтримці надійного зберігання інформації в пам'яті комп'ютера, виконанні специфічних для даного додатки перетворень інформації та / або обчислень, наданні користувачам зручного і легкого інтерфейсу. Зазвичай обсяги інформації в таких системах досить великі, а сама інформація має досить складну структуру. Класичними прикладами інформаційних систем є банківські системи, системи резервування авіаційних або залізничних квитків, місць в готелях і т. д.

Необхідно відзначити, що другий напрямок виник пізніше, ніж перший. Це пов'язано з тим, що в початковому періоді розвитку обчислювальної техніки комп'ютери мали обмежені можливості щодо пам'яті. Зрозуміло, що можна говорити про надійне і довготривале зберігання даних тільки при наявності запам'ятовуючих пристроїв, що зберігають дані після виключення електроживлення. Оперативна пам'ять цієї властивістю зазвичай не володіє. На початку використовувалися два види пристроїв зовнішньої пам'яті: магнітні стрічки і барабани. при цьому ємність магнітних стрічок була досить великою, але по своїй фізичній природі вони забезпечували послідовний доступ до даних. магнітні же барабани (вони найбільше схожі на сучасні магнітні диски з фіксованими головками) давали можливість довільного доступу до даних, але були обмеженого розміру.

Очевидно, що зазначені обмеження не дуже істотні для чистоисельних озрахунків. Навіть якщо програма повинна обробити (або створити) великий обсяг даних, при програмуванні можна продумати розташування цієї

інформації в зовнішній пам'яті таким чином, щоб програма працювала швидше. З іншого боку, для інформаційних систем, в яких необхідність в оперативних даних визначається користувачем, наявність тільки магнітних стрічок і барабанів незадовільна. Однією з природних вимог до таких систем є середня швидкість виконання операцій. Як здається, саме вимоги до обчислювальної техніки з боку прикладних задач привели знімних магнітних дисків з рухомими головками, виявилося революцією в історії обчислювальної техніки. Ці пристрою зовнішньої пам'яті мали істотно більшу ємність ніж магнітні барабани, забезпечували задовільну швидкість доступу до даних в режимі довільної вибірки, а можливість зміни дискового пакету на пристрої дозволяла мати практично необмежений архів даних.

З появою магнітних дисків почалася історія систем управління даними у зовнішній пам'яті. До цього кожна прикладна програма, якої було потрібно зберігати дані в зовнішній пам'яті, сама визначала розташування кожної порції даних на магнітній стрічці або барабані і виконувала обміни між оперативної та зовнішньої пам'яттю за допомогою програмно апаратних засобів низького рівня (машинних команд або викликів відповідних програм операційної системи). Такий режим не зареєстровано дозволяє або дуже утрудняє підтримку на дному зовнішньому носії декількох архівів довго тривало зберігається. Крім того, кожній прикладній програмі доводилося вирішувати проблеми іменування частин даних і структуризації даних у зовнішній пам'яті.

Історичним кроком з'явився перехід до використання централізованих систем управління файлами. З точки зору прикладної програми файл - це іменована область зовнішньої пам'яті, в яку можна записувати і з якої можна зчитувати дані. Система управління файлами бере на себе розподіл зовнішньої пам'яті, відображення імен файлів у відповідні адреси в зовнішній пам'яті і забезпечення доступу до даних. Перша розвинена файлова система OS / 360 була розроблена фірмою IBM для її серії 360.

Варто відзначити, що інформаційні системи головним чином орієнтовані на збереження, вибір і модифікацію постійно існуючої інформації. Структура інформації найчастіше дуже складна і хоча структури даних різні в різних інформаційних системах, між ними часто буває багато спільного. На очатковому етапі використання обчислювальної техніки для управління інформацією проблеми структуризації даних вирішувалися індивідуально в кожної інформаційної системі. Проводилися необхідні надбудови над файловими системами (Бібліотеки програм) подібно до того, як це робиться в компіляторах, редакторах і т. д.

Але оскільки інформаційні системи вимагають складних структур даних, ці додаткові індивідуальні засоби керування даними були істотною частиною інформаційних систем і практично повторювалися від однієї системи до іншої. Прагнення виділити і узагальнити загальну частина інформаційних систем, відповідальну по управління складно структурованими даними, стало першою спонукає причиною для створення систем управління базами даних СУБД. Дуже скоро стало зрозуміло, що неможливо обійтися загальною бібліотекою програм, реалізує над стандартної базової файлової системою більш складні методи зберігання даних. Поява СУБД привела до виникнення і розвитку великих інформаційних систем. А поява великих інформаційних систем і стрімке розвиток обчислювальних можливостей комп'ютерів, значного розвитку теорії прийняття рішень після Другої світової війни і нові практичні завдання щодо прийняття рішень в складних умовах привели до появи нових систем - систем підтримки прийняття рішень До середини 60-х років XX століття створення інформаційних систем було дуже дорогим, тому перші ІС менеджменту (так звані Management Information Systems - MIS) були створені в ці роки тільки в чималих компаніях. MIS призначалися для підготовки періодичних структурованих звітів для менеджерів.

В кінці 60-х років з'являється новий тип ІС – модельно орієнтовані СППР (Model-oriented Decision Support Systems - DSS) або системи управлінських рішень (Management Decision Systems - MDS). На думку першовідкривачів СППР Кіна і Скотта Мортона (1978), концепція підтримки рішень була розвинена на основі «Теоретичних досліджень в області прийняття рішень ... і технічних робіт по створення інтерактивних комп'ютерних систем ». У 1971 опублікована книга Скотта Мортона, в якій були вперше описані результати впровадження СППР, заснованої на використанні математичних моделей. 1974 - дано визначення ІС менеджменту - MIS (Management Information System): «MIS - це інтегрована людино-машинна система забезпечення інформацією, підтримує функції операцій, менеджменту і прийняття рішень в організації. Системи використовують комп'ютерну техніку та програмне забезпечення, моделі управління та прийняття рішень, а також базу даних ». 1975 - Літтл в роботі запропонував критерії проектування СППР в енеджменті. 1978 - опубліковано підручник по СППР, в якому вичерпно описано аспекти створення СППР: аналіз, проектування, впровадження, оцінювання характеристик і розробка. 1980 р. - опублікована дисертація Альтера (S. Alter), в якій він дав основи класифікації СППР. 1981 - Бонзек, Холсеппл і Вінстон на книзі створили теоретичні основи проектування СППР. Вони виділили 4 необхідних компоненти, притаманних усім СППР:

1. Мовна система (Language System - LS) - СППР може приймати всі повідомлення.

2. Система подання (Presentation System (PS)) (СППР може видавати свої повідомлення).

3. Система знань (Knowledge System - KS) - все знання СППР зберігає.

4. Система вирішення завдань (Problem-Processing System (PPS)) - програмний «механізм», який намагається розпізнати і вирішити завдання під час функціонування СППР.

1981 - У книзі Спраг і Карлсон описали, яким чином на практиці можна обудувати СППР. Тоді ж була розроблена інформаційна система керівника (Executive Information System (EIS)) - комп'ютерна система, призначена для забезпечення поточної адекватної інформації менеджера з метою підтримки прийняття управлінських рішень. Починаючи з 1990-х, розробляються так звані Data Warehouses - сховища даних. У 1993 р .. Е Кодд предложено термін - OLAP (On-Line Analytical Processing) - оперативний аналіз даних, аналітична обробка даних в реальному часі для систем підтримки прийняття важливих рішень. Вихідні дані для аналізу представлені у вигляді багатовимірного куба, по якому можна отримувати потрібні розрізи - звіти. Виконання операцій над даними здійснюється OLAP-машиною. За способом зберігання даних розрізняють MOLAP, ROLAP і HOLAP. За місцем розміщення OLAP-машини розрізняються OLAP-клієнти і OLAP-сервери. OLAP-клієнт робить побудова багатомірного куба і обчислення на клієнтському ПК, а OLAP- сервер отримує запит, обчислює і зберігає агрегатні дані на сервері, видаючи тільки результати. На початку XXI століття була створена СППР на основі Web-технологій.

Аналіз еволюції систем СППР дає можливість виділити 2 покоління СППР:

- перше покоління розроблялося в період з 1970 по 1980 р.;

- в другому поколінні - з початку 1980 і до сих пір.

СППР першого покоління майже повністю повторювало функції звичайних управлінських систем щодо комп'ютеризованої допомоги в прийнятті рішень. Основні компоненти СППР мали такі ознаки:

- управління даними - велика кількість інформації, внутрішні і зовнішні банки даних, обробка і оцінка даних;

- управління обчисленням і моделюванням - моделі, розроблені фахівцями в галузі інформатики для спеціальних проблем;

- інтерфейси (мова спілкування) - мови програмування, розроблені для великих ЕОМ, що використовуються виключно програмістами.

СППР другого покоління вже мають принципово нові ознаки:

- управління даними - необхідна і достатня кількість інформації про факти згідно з прийняттям рішень, що охоплюють приховані припущення, інтереси і якісні оцінки; - управління обчисленням і моделюванням - гнучкі моделі, відображають спосіб мислення особи, що приймає рішення, в процесі прийняття рішень; - інтерфейс - програмні засоби, дружні користувачеві; звичайна мова, безпосередня робота кінцевого користувача з системою.

Цілі і призначення СППР другого покоління можна визначити таким чином:

- допомога в розумінні розв'язуваної проблеми: структурування проблеми, генерування постановок задач, визначення переваг, формування критеріїв;

- допомога у вирішенні завдань: генерування і вибір моделей і методів, збір та підготовка даних, виконання обчислень, оформлення і видача результатів;

- допомога в проведенні аналізу типу «що, якщо» і т. Д, Пояснення ходу рішення; пошук і видача аналогічних рішень у минулому і їх результати.

2.2 Основні етапи побудови систем підтримки прийняття рішень

2.2.1 Аналіз процесу прийняття рішення

Для розуміння процесу прийняття рішень необхідно знати три ключових атрибути, розглянутих нижче.

1. Використання внутрішнього (розумового) уявлення проблеми (завдання). Коли людина приймає рішення, вона в дійсності НЕ покладається на

той досвід, який був накопичений раніше, або ж мало покладається на нього. Більшою мірою використовується підхід, заснований на представленні або розумінні поточних даних. Особа (експерт), що приймає рішення, досить глибоко розуміє ситуацію, має більш широке і повніше уявлення про проблему, ніж інші люди. експерт намагається створити з наявних даних загальну картину конкретної ситуації, а тому знає, що йому необхідно отримати і як інтерпретувати нові дані. Внутрішнє представлення рішень може діяти в деяких ситуаціях як своєрідний захист проти даних, що не входять в створений образ проблеми. В результаті виникнення такої ситуації можна втратити або неправильно інтерпретувати важливі дані.

2. Досягнення мети. Ухвалення рішення людиною починається, як правило, з аналізу бажаного результату. Процес прийняття рішення структурується таким чином, що зв'язується з бажаним результатом, тобто створюється опис або розумове уявлення бажаних ситуацій або умов, які повинні мати місце в результаті прийняття рішення. оскільки головним елементом прийняття рішення є поставлена кінцева мета, то процес прийняття рішення рідко поєднується з детермінованим комп'ютерним алгоритму. Процес прийняття рішення може оперативно модифікуватися відповідно до надходження нової інформації або при появі альтернативних шляхів досягнення мети. Таким чином, процес прийняття рішення людиною можна описати досить чітко і строго з точки зору поставленої мети, але не з точки зору процедури, використовуваної для її досягнення.

3. Сприйняття інформації. Інформація надходить до індивідуума через візуальну і аудіосистеми, але для цих каналів не існує фіксованих смуг пропускання. Швидше за все, здатність людини сприймати інформацію залежить від того, що він «вже знає». індивідуум інтерпретує світ з точки зору осмислених понять, а не з точки зору інформаційних одиниць, визначених теорією інформації. Однак, смислове значення може бути різним

для різних людей, тому що у кожного свій рівень освіти, досвіду, підготовки до вирішення конкретної проблеми. Наприклад, для неосвіченої людини результати хімічного спектрального аналізу можуть представляти абстрактний малюнок з прямих ліній, а для фахівця – це чітку вказівку до визначення типу речовини, аналізується. Принцип розпізнавання (сприйняття) взаємодіє з принципом внутрішнього подання інформації. ОПР швидше і легше сприймає інформацію, збігається зі звичним для неї внутрішнім поданням.

На процес прийняття рішення, виконується індивідуумом без допоміжних засобів, в загальному випадку накладаються п'ять наведених нижче обмежень, що мають істотне значення при проектуванні системи підтримки прийняття рішень.

1. Використання робочої пам'яті. Людина виконує обробку інформації в пам'яті, знаходиться між короткостроковій і довгостроковій зонами запам'ятовування. Цю проміжну пам'ять називають робочою пам'яттю (РП). Тобто, можна вести обробку тільки тієї інформації і використовувати її для прийняття рішень, знаходиться в РП. Однак, РП має досить обмежені характеристики. Дослідження показали, що РП може містити тільки від трьох до восьми інформаційних елементів. При цьому ЛПР не може оперувати всіма елементами інформації одночасно без використання допоміжних засобів. інформація, що міститься в робочій пам'яті, також досить швидко «стирається» якщо вона не використовується або не «відновлюється". Відповідно до результатами виконаних досліджень вона міститься в РП від 7 до 13 секунд.

2. Швидкість виконання осмислених операцій. Обробка інформаційних елементів виконується в пам'яті з кінцевим швидкістю, тобто цей процес арактеризується своєю конкретною швидкодією. Кожна елементарна операція мислення, тобто порівняння даних, створення асоціацій з минулими діями (подіями), генерування виведення на основі отриманих даних та перехід до робочої гіпотези, вимагає для реалізації деякого фіксованого відрізка часу, який

можна оцінити приблизно в 0,1 секунди. Для реалізації складних процесів мислення необхідно набагато більше часу, оскільки вони складаються з багатьох згаданих елементарних операцій. Значення часу, необхідне для прийняття рішення, грає важливу роль для систем, що функціонують в масштабі реального часу. Очевидно, що ОПР далеко не завжди здатна прийняти правильне рішення за короткий проміжок часу, або не може прийняти його взагалі, якщо цей проміжок занадто короткий визначених теорією інформації. Однак, смислове значення може бути різним для різних людей, тому що у кожного свій рівень освіти, досвіду, підготовки до вирішення конкретної проблеми. Наприклад, для неосвіченої людини результати хімічного спектрального аналізу можуть представляти абстрактний малюнок з прямих ліній, а для фахівця – це чітку вказівку до визначення типу речовини, налізується. Принцип розпізнавання (сприйняття) взаємодіє з принципом внутрішнього подання інформації. ОПР швидше і легше сприймає інформацію, збігається зі звичним для неї внутрішнім поданням. На процес прийняття рішення, виконується індивідуумом без допоміжних засобів, в загальному випадку накладаються п'ять наведених нижче обмежень, що мають істотне значення при проектуванні системи підтримки прийняття рішень.

1. Використання робочої пам'яті. Людина виконує обробку інформації в пам'яті, знаходиться між короткостроковій і довгостроковій зонами запам'ятовування. Цю проміжну пам'ять називають робочою пам'яттю (РП). Тобто, можна вести обробку тільки тієї інформації і використовувати її для прийняття рішень, знаходиться в РП. Однак, РП має досить обмежені характеристики. Дослідження показали, що РП може містити тільки від трьох до восьми інформаційних елементів. При цьому ЛПР не може оперувати всіма елементами інформації одночасно без використання допоміжних засобів. інформація, що міститься в робочій пам'яті, також досить швидко «стирається»

якщо вона не використовується або не «відновлюється". Відповідно до результатами виконаних досліджень вона міститься в РП від 7 до 13 секунд.

2. Швидкість виконання осмислених операцій.

Обробка інформаційних елементів виконується в пам'яті з кінцевим швидкістю, тобто цей процес характеризується своєю конкретною швидкодією. Кожна елементарна операція мислення, тобто порівняння даних, створення асоціацій з минулими діями (подіями), генерування виведення на основі отриманих даних та перехід до робочої гіпотези, вимагає для реалізації деякого фіксованого відрізка часу, який можна оцінити приблизно в 0,1 секунди. Для реалізації складних процесів мислення необхідно набагато більше часу, оскільки вони складаються з багатьох згаданих елементарних операцій. Значення часу, необхідне для прийняття рішення, грає важливу роль для систем, що функціонують в масштабі реального часу. Очевидно, що ОПР далеко не завжди здатна прийняти правильне рішення за короткий проміжок часу, або не може прийняти його взагалі, якщо цей проміжок занадто короткий.

3. Отримання інформації. ОПР має можливість отримувати інформацію з двох джерел - від органів почуттів і з довготривалої пам'яті. Необхідно відзначити, що інформація, «читається» з довгостроковою пам'яті, не завжди надійна внаслідок того, що згодом вона частково або цілком «стирається». Люди схильні до використання тієї інформації, частіше необхідна в повсякденному житті або повторюється з різних причин, а також інформації, семантично ближче до тієї, що знаходиться в робочій пам'яті.

4. Обробка числових даних. Однією з операцій мислення, людина часто виконує в процесі прийняття рішень, є обробка числових даних. Але навіть «арифметично» добре тренований ОПР здатна робити помилки в обчисленнях і забувати проміжні результати. В даному випадку кожна елементарна операція займає набагато більше часу 0,1 с. Крім того, забування числових даних вимагає повторних обчислень. Звичайно, ОПР знає про ці обмеження, а тому

намагається уникнути операцій, пов'язаних з складними арифметичними бчисленнями. За основу алгоритму прийняття рішень беруть операції, засновані на якісних і евристичних операціях мислення. Подібні обмеження можуть створювати досить серйозні перешкоди для створення систем підтримки прийняття рішень, засновані на складних комп'ютерних обчисленнях. Причина полягає в тому, що в ОВС часто виникає бажання не чекати завершення виконання складних обчислювальних операцій від комп'ютера, а більше покладатися на звичне для себе якісне і евристичне мислення.

7. Зв'язок виконання операцій з часом і простором. ОПР і люди взагалі звикли до візуального представлення результатів своєї роботи, в тому числі і до результатів прийняття рішень. Але це не означає, що візуальне спостереження завжди дає можливість домогтися гарних результатів. Наприклад, ми можемо спостерігати траєкторії польоту двох літаків у вигляді кривих на площині, але не можемо точно спрогнозувати точку перехоплення. Таке ж обмеження справедливо і по відношенню до прогнозування розвитку в часі різних фізичних процесів. Ми можемо спостерігати рух світловий точки на екрані, але не можемо точно вказати координати його перебування за 7 с. Тобто як і у випадку обробки числової інформації, прийняття рішень в реальному часі потребує збільшенні багаторазово швидкості виконання операцій в часі і просторі. Зазначені обмеження носять загальний характер і стосуються всіх випадків, коли прийняття рішень виконується без допоміжних засобів (Наприклад, комп'ютера). Вони призводять до виникнення кількох специфічних проблем, які пов'язані з прийняттям рішень в реальному часі і випливають з декомпозиції і аналізу систем підтримки прийняття рішень (СППР).

2.2.2 Стратегії прийняття рішення

Загальні стратегії, які використовують ОПР для прийняття рішень такі:

1) оптимізаційна;

2) перша прийнятна;

3) стратегія аспектно виключення;

4) інкрементна;

5) змішане сканування (перегляд)

6) аналітико-ієрархічний підхід.

Оптимізаційна стратегія передбачає використання математичних моделей і критерію оптимізації в явному вигляді. Особа, яка приймає рішення, вибирає ту альтернативу, яка є неминучою (кращої) з точки зору деякого критерію. Прикладами можуть бути такі:

а) оптимізація функції вигідності при різних варіантах розподілу ресурсів на споживання і розвиток;

б) оптимальне управління інфляцією шляхом регулювання грошової маси в обігу (оптимум грошової маси)

в) оптимальний вибір місця для розміщення складів поставки мережі магазинів (мінімізація витрат на перевезення);

г) оптимальне управління процесом трансформації власності.

Оптимізаційний підхід дає можливість підвищити якість рішення по рахунок наступних чинників:

- він дозволяє знаходити варіанти вирішення завдання при різних значеннях реальних обмежень на змінні і різних початкових умовах;

- дозволяє спростити процедуру вибору кращого рішення завдяки використанню аналітичних критеріїв; при цьому можна одночасно використовувати кілька критеріїв;

- наявність безлічі методів вирішення завдань динамічної оптимізації дає можливість вибрати кращу альтернативу.

Недоліками оптимізаційного підходу є:

- критерій може мати якісний, а не кількісний характер (Наприклад якість життя), що ускладнює застосування аналітичних процедур;

- існують складності з оцінкою вартості реалізації оптимальних стратегій (оскільки неможливо оптимізувати всі)

- обсяг необхідної інформації для побудови моделі може виявитися надзвичайно великим;

- існує принципова неможливість знаходження розв'язку деяких багатокритеріальних задач оптимізації;

- складності обчислень з побудованої моделлю можуть звести задачу до неоптимального рішення.

Вибір першої прийнятною стратегії. В даному випадку приймають першу стратегію, яка дає істотне поліпшення в порівнянні з існуючою ситуацією або поліпшення по деяким нескладним критерієм ("ідея полягає в тому, щоб знайти будь-яку голку в стозі сіна, а не в тому, щоб знайти найгострішу голку »).

Альтернативи порівнюють (і відхиляють) відповідно до певним правилом. Наприклад, якщо приймається рішення про зміни місця роботи, то можуть бути такі прості критерії:

Стратегія аспектно виключення. За цією стратегією кількість альтернативних варіантів рішень скорочують за рахунок їх виключення за деяким одним аспектом, потім виключений з нього за іншим аспектом і т. д. Наприклад, при розміщенні нових підприємств на території України необхідно враховувати: присутність- некваліфікованих).

Трудових ресурсів (кваліфікованих і потреби- в сировині і водопостачанні; розв’язання- проблеми транспортування і збуту готової продукції.

Так, в США питання № 1, яке розглядається при реєстрації нового підприємства, рівень податку в конкретному штаті. Ці рівні різні для різних територій, а тому вигідніше реєструватися в штаті з низьким рівнем оподаткування.

Інкрементна стратегія. Ця стратегія полягає в тому, що ОПР послідовно порівнює альтернативні шляхи вирішення завдання по відношенню до поточної ситуації.

Завдання прийняття рішення полягає в тому, щоб виключити знайдені поточні недоліки функціонування підприємства, установи і т. д. при цьому кожне нове рішення в більшій мірі є реакцією на попереднє. Наприклад, якщо приймається рішення про розширення обсягів виробництва, то наступне рішення може бути направлено на збільшення площ складських приміщень. Після цього виникає завдання автоматизації перевезення продукції з цеху на склад і автоматизації транспортно складської системи підприємства в цілому.

Стратегія змішаного сканування (перегляду). Перегляд відноситься до збору, обробці, оцінки та порівняльного аналізу інформації, яка відноситься до поставленого завдання. Спочатку збирають список можливих альтернатив і в результаті їх прискореного аналізу виключають ті, що явно не підходять. Ті, що Решта розглядають докладно і знову виключають неприйнятні по простими зрозумілими умовами. І так до тих пір, поки не залишиться одна альтернатива.

Аналітично-ієрархічна стратегія полягає в декомпозиції загальної мети рішення, прийнятого в ієрархічну структуру критеріїв, підкритеріїв і альтернатив. Потім ОПР порівнює критерії попарно з метою знаходження відповіді на питання: який критерій краще задовольняє глобальної мети?

Кожному судження такого типу присвоюється ваговий коефіцієнт в діапазоні 1 ч 9. У результаті отримують матрицю результатів порівняння

підкритеріїв. Для кожної матриці попарних порівнянь математичними методами отримують шкалу відносних значень, виражені через пріоритетні одиниці. Аналітико ієрархічна стратегія дозволяє включити в критерії, розглядаються, якісні критерії.

Недоліком стратегії є те, що не завжди можна побудувати матрицю попарних порівнянь і громіздкість зі збільшенням кількості рівнянь, критеріїв і альтернатив.

2.2.3 Приклад прийняття особистого рішення

Вибір (планування) власної кар'єри складається з наступних етапів або фаз: А. Фаза аналізу. Після закінчення середнього навчального закладу необхідно вибрати подальший шлях. Очевидно, що прийняття рішення по напрямку подальшого руху залежить від: рівня і спрямованості нахилів людини (здібностей) скільки-грошей можна витратити (знайти) на освіту;

Основна мета прийняття рішень - вибрати такий шлях, щоб забезпечити собі (не менше) середній рівень матеріального забезпечення і щоб робота не викликала відрази. Допоміжні цілі:

- дружна сім'я (створити таку сім'ю, щоб завжди хотілося повертатися додому).

Б. Фаза проектування (споруди) альтернатив

У цій фазі необхідно виконати наступні дії: вибрати-(спроектувати) альтернативи;

Які основні можливості вибору (альтернативи) в даному випадку: частково самому, частково нехай допоможуть батьки; вдало-женитися або вийти заміж.

Зупинимося на першій альтернативі і виконаємо аналіз можливих шляхів досягнення основної мети (тобто, всього досягаю сам).

Які напрямки в межах першої альтернативи:

а) технічний або гуманітарний вуз (ВНЗ)

б) військовий навчальний заклад;

в) міліцейська академія;

г) навчання за кордоном

д) служба в армії з перспективою залишитися прапорщиком або продовжити навчання у військовому училищі;

е) професійно-технічне училище з перспективою стати робочим на заводі.

Розглянемо 1-й варіант.

Після закінчення технічного вузу можливі такі варіанти працевлаштування:

АГ) Знайти фірму де хороша зарплата і намагатися зробити кар'єру (Якщо є такі здібності) менеджера. Припустимо, що в 35 років ви стаєте одним з директорів з Заробітна плата 2500 $ - 3000 $ в місяць. Це дозволить купити в кредит квартиру і оселитися там зі своєю сім'єю.

БГ) Аспірантура: захистити кандидатську дисертацію через 3 роки (Якщо умови сприятливі) та отримувати в 25 років зарплату ≈ 200-300 $.

Через 5 - 6 років захистити докторську дисертацію і в 33 -34 роки отримувати зарплату ≈ 500-600 $. Немає можливості купити квартиру в кредит, але ще є час, щоб знайти до 40 років кваліфіковану і високооплачувану роботу за кордоном.

ВГ) Після закінчення вузу можна знайти роботу або продовжити навчання за кордоном: знайти-роботу програмістом і відразу отримувати пристойну зарплату; це дозволить купити квартиру в кредит і мати в цілому нормальний рівень життя; за обраним напрямом (PhD) за 3 - 4 роки. Далі робота викладачем і в 40 років можна стати повним професором. Зарплата дозволяє купити квартиру в кредит і жити щодо пристойно.

ГГ) Якщо після закінчення вузу достатньо грошей на життя, то можна отримати другу освіту, яке, можливо, призведе до успіху.

ДГ) Влаштуватися програмістом в большом городе. Можливо що через кілька років можна буде купити квартиру в кредит.

Більше альтернатив поки не будемо розглядати, хоча очевидно, що вони існують.

В. Фаза вибору кращої (прийнятною) альтернативи Які критерії (аспекти) використовуємо для вибору кращої альтернативи: є здібності до управління (до організаційної роботи);

скільки-часу необхідно для того, щоб отримати пристойну зарплату;

Рівень зарплатні;

скільки-зусиль необхідно витратити;

або влаштовуе- життя в умовах відірваності від родичів, друзів, батьківщини в разі виїзду за кордон.

Для вибору альтернативи можна застосувати стратегію аспектно виключення. Всього п'ять альтернатив:

а″) якщо не влаштовує відірваність від родичів і друзів, то ВГ) відпадає;

б″) якщо не влаштовує аспірантура в Києві або іншому місті, то БГ) відпадає;

в″) якщо немає здібностей до управління, то АГ) відпадає;

г″) якщо не хочеться бути програмістом, то

дґ) відпадає.

Залишається одна альтернатива ГГ), тобто отримати другу освіту і сподіватися, що вона допоможе знайти те, чого хочеться досягти в житті.

2.3 Проектування архітектури СППР

2.3.1 Основні підходи до проектування СППР

За категорією класифікації - концептуальна модель (схема) - існують такі підходи до проектування: інформаційний, підхід, грунтується на знаннях, і інструментальний підхід.

Інформаційний підхід

З позицій інформаційного підходу СППР належать до класу інформаційних систем, основне призначення яких полягає в поліпшенні характеру діяльності управлінського персоналу підприємства (саме поліпшення характеру, а не в наданні потрібної інформації в певний час) за рахунок застосування засобів інформаційних технологій. В рамках цього підходу запропоновано дві моделі СППР: "Жага" і еволюціонують Модель.

Основні компоненти СППР "Жага": інтерфейс "користувач - система ", база даних (БД) і база моделей. Інтерфейс" користувач - система ", щоб спілкуватися з кожною базою. Він включає програмні засоби для управління базою даних, управління базою моделей, управління і генеруванням діалогу і повинен забезпечити виконання таких функцій: управляти різними стилями ведення діалогу; змінювати стиль діалогу з бажанням користувача; представляти дані в різних формах і видах; надавати гнучку підтримку користувачеві.

Структурна схема СППР "Жага" зображена на рис. 2.1.

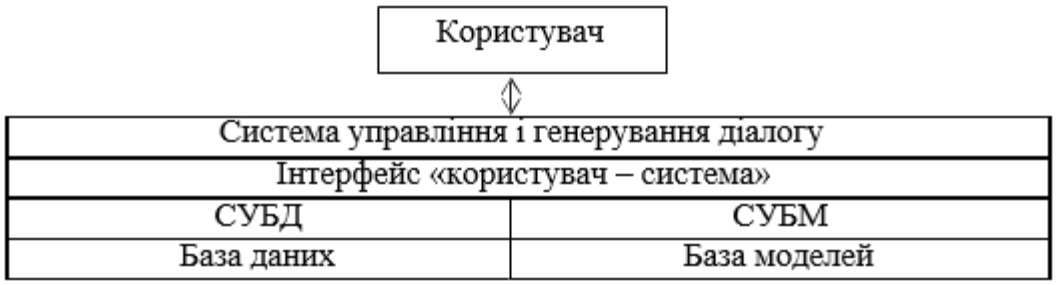


Рисунок 2.1 - Структурна схема СППР "Жага"

Бази даних СППР включають як кількісну так і якісну інформацію, що надходить з різних джерел. Засоби створення і ведення БД повинні надавати такі можливості: об'єднувати різні джерела інформації, використовуючи процедуру їх "видобутку" даних; представляти логічну структуру в термінах користувача; мати повний набір функцій управління даними.

База моделей повинна забезпечувати гнучкість моделювання, зокрема, за рахунок використання готових блоків моделей і підпрограм. Управління моделями дає наступні можливості: каталогізувати і обслужити широкий спектр моделей, які підтримують всі рівні управління; легко і видно створювати нові моделі; пов'язувати моделі з відповідними базами даних.

Подальшим розвитком СППР "Жага" є еволюціонують СППР. Крім інтерфейсу, бази даних і бази моделей ця система включає базу текстів і базу правил, завдяки чому розширюються їх функціональні можливості. Інформаційна база СППР дозволяє використовувати як менш структуровані види інформації (тексти простою мовою), так і більш структуровану інформацію (правила представлення знань, евристичні процедури).

Структурна схема еволюціонує СППР зображена на рис. 2.2.

Рисунок 2.2 - Структурна схема еволюціонує СППР

Підхід, заснований на знаннях

Одним з перспективних напрямків розвитку систем підтримки прийняття рішень є об'єднання технологій підтримки рішень і технології штучного інтелекту. Однак в контексті класифікації СППР доцільно розглянути модель СППР, заснованої на знаннях. Елементи штучного інтелекту, зокрема використання звичайного мови для спілкування з системою, методологія експертних систем, інженерія знань і комп'ютерних мов штучного інтелекту знайшла застосування в трьох базових компонентах СППР: БД і СУБД, база моделей і система управління базою моделей (СУБМ), інтерфейсі користувача. Але е концепції створення СППР, в яких система знань в СППР виступає як один з визначальних чинників. Відмінною особливістю СППР, засновані на знаннях, є явне виділення нового аспекту підтримки рішень - здатність "розуміти" проблему, тобто здатність прийняти запит користувача, зібрати відповідну інформацію та підготувати звіт.

Структурна схема СППР, заснованої на знаннях, зображена на Рис. 2.3. Ця система складається з трьох взаємодіючих частин: мовна система (ТС) система знань (БД, СУБД, база знань (БЗ) і система управління базою знань (СУБЗ)), і системи обробки (рішення) проблеми (проблемний процесор). Мовна система забезпечує зв'язок між користувачем і всіма компонентами комп'ютерної системи. З її допомогою користувач формулює проблему і керує процесом її рішення, використовуючи запропоновані мовної системою синтаксичні та семантичні засоби.

Система знань містить інформацію про предметну область. типи цих систем відрізняються за характером подання в них даних і використаними моделями формалізації знань (ієрархічні структури, графи, семантичні мережі, фрейми, обчислення предикатів і т.п.).

Рисунок 2.3 - Структурна схема СППР, заснованої на знаннях

Система обробки завдань - це механізм, який пов'язує мовну систему і систему знань. Цей проблемний процесор забезпечує збір інформації, формулювання моделі, її аналіз тощо. Він сприймає будьте готовими описати проблему, виконаний відповідно до синтаксису мовної системи, і використовує знання згідно з прийнятими в системі знань правил з метою створення інформації, необхідної для підтримки рішень. Проблемний процесор – це динамічна компонента СППР, відображає (моделює) поведінку особи, яка вирішує проблему. Тому він повинен мати як мінімум, можливість інтегрувати інформацію, що надходить від користувача через мовну систему і систему

знань, і, використовуючи математичні моделі, перетворювати формулювання проблеми в докладні процедури, виконання яких дає відповідь (рішення задачі). У більш складних випадках проблемний процесор повинен вміти формулювати моделі, необхідні для вирішення поставленої проблеми.

Інструментальний підхід

Підвищена увага представників інформатики та економічної практики до методів розробки та впровадження СППР зумовила необхідність розробки програмних інструментів для створення СППР, що в свою чергу, вплинуло на появу нової концепції класифікації СППР - інструментального підходу, розробленої спрагу. Залежно від специфіки вирішуваних завдань і використовуваних технологічних засобів процесу створення систем можна виділити три рівня СППР:

- спеціалізовані (прикладні) СППР;
- генератори СППР (СППР-генератори)
- інструментарій СППР (СППР-інструментарій).

Спеціалізовані СППР призначені для використання окремими користувачем або групами користувачів. вони дозволяють індивідуальному ОПР або колективу ОВС вирішувати специфічні проблеми в конкретних ситуаціях.

СППР-генератор - це пакет взаємопов'язаних програмних засобів (Пошуку, переробки і видачі даних, моделювання і т.п.), дозволяє легко і швидко створювати спеціалізовану СППР. Прикладом може бути інформаційна керуюча система, яка складається з різних елементів: пошуку інформації, підготовки звітів, мови моделювання, а також безлічі засобів для виконання фінансових і статистичних аналізів. Оскільки генератори СППР можуть використовуватися і не програмістами, для створення систем підтримки прийняття рішень в області планування і управління розроблено чимало СППР-генераторів: CUFFS88, EXPRESS, FAME і ін.

Концептуальна структура СППР-генератора, яка відображає точку зору користувача, включаючи п'ять компонентів: управління інтерфейсом користувача, управління уявленнями даних і результатів, управління аналізом, системне управління, управління даними.

Управління інтерфейсом користувача має забезпечувати реалізацію трьох основних типів інтерфейсу: меню, мова команд, звичайна мова питань і відповідей.

Управління уявленнями має підтримувати різноаспектну образи користувача про свою проблему, яку потрібно вирішувати. Ці уявлення можуть виражатися у вигляді таблиць, графіків або командних процедур. Управління аналізом даних зводиться до ведення бази моделей. При маніпулювання даними при математичному моделюванні безліч інструкцій можна уявити як підпрограму аналізу. СУБД повинна забезпечувати доповнення бази моделей за рахунок додаткових коштів аналізу. Системний адміністратор забезпечує координацію дій користувачів, а також системного тренажера, який використовується для підготовки користувачів.

Управління даними реалізується за допомогою СУБД, яка повинна містити засоби ведення словника даних, що дозволить створити на цій основі інші словники, наприклад, графічний словник або словник моделей. До прототипу описаного генератора можна віднести систему REGIMES, орієнтовану на персональні комп'ютери. цей генератор складається з наступних компонент: командний процесор, діалоговий процесор, процесор представлення результатів, підсистема управління регресійний аналізом, а також - три словники.

СППР-інструментарій надає в розпорядження проектувальників СППР потужні засоби, в тому числі нові мови спеціалізованої спрямованості, вдосконалені операційні системи, засоби обміну інформацією, проекції

кольорових графічних образів і ін. Тому вони можуть використовуватися для створення як спеціалізованих СППР, так і для генераторів СППР.

Висновок до другого розділу

Сучасні теорії інформаційних технологій та менеджменту у бізнесі, концепції отримання знань, принципи побудови інтелектуальних систем, а в рамках останніх створення систем підтримки прийняття рішень (СППР), методи застосування генетичних алгоритмів у процесі відтворення штучних систем, що адаптуються до навколишнього середовища, потребують того, щоб мета створення системи ґрунтувалась на усвідомленій цілеспрямованій діяльності людини. При створенні СППР використовують експертні оцінки, нейронні мережі, алгоритми м’яких обчислень, методи оптимізації, регресійний аналіз, байєсівські моделі та методи, а також багато інших сучасних підходів та методів.

РОЗДІЛ 3. ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТМИ

3.1 Опис створеного програмного продукту

У третьому розділі ми підійшли до створення самого програмного продукту. Для користувача було обрано просту програму компанії Microsoft під назвою EXCEL. Чому саме ця програма? Більшість людей вже користувалися програмним продуктом excel і вже знають деякі аспекти, але цього разу їм не доведеться самім вводити потрібні формули і розраховувати на калькуляторі, на цей раз вже буде готовий документ excel у вигляді звичайної програми, але із можливістю зміни та внеску своїх потрібних атрибутів.

Оскільки більшість людей знають як працювати із програмою, я не буду пояснювати початкові етапи і перейду до створення.

3.2 Проектування інтерфейсу користувача

3.2.1 Вимоги до інтерфейсів інформаційних систем

Оскільки якість процесу інтерактивної взаємодії користувача з системою (швидкість, зручність, низький рівень втоми) пов'язана з такими психологічними характеристиками людини як короткострокова і середньострокова пам'ять, час реакції, можливості сприйняття візуальної інформації, то при розробці інтерфейсу необхідно пам'ятати, що:

- інтерфейс - найважливіша частина СППР з точки зору її реклами з метою продажу і з точки зору безпосереднього користувача системи, який може працювати з нею по кілька годин поспіль;

- інтерфейс впливає на характер рішень, які приймає ОПР, він може прискорювати час прийняття рішення та покращувати або погіршувати їх якість;

- який саме конкретний тип інтерфейсу можна створити за допомогою обраних інструментальних засобів і які принципові можливості може надати інструментальна система.

Основними властивостями, яким повинні задовольняти інтерфейси, є такі:

А - Адаптованість означає, що інтерфейс повинен бути:

- сумісним з потребами і можливостями користувача;

- забезпечувати простоту переходу від виконання однієї функції до інший;

- забезпечувати користувача на високому рівні вказівками щодо можливих дій, а також генерувати належний зворотний зв'язок на його запити;

- надавати користувачеві можливість відчувати себе повноправним керівником ситуації при вирішенні всіх типів завдань, тобто, забезпечувати його всією необхідною інформацією; користувач повинен бути впевненим, що він сам вирішує поставлене завдання;

- забезпечувати користувача різними, взаємно доповнюють формами представлення результатів в залежності від типу запиту або від характеру отриманого рішення;

- враховувати особливості користувачів різних рівнів; наприклад, для керівника підприємства зручніше є узагальнене графічне представлення результатів роботи СППР у вигляді діаграм і графіків, а інженеру-економісту потрібні конкретні цифри в їх часовій послідовності.

Б - достатність інтерфейсу означає наступне:

- допустимі запити користувача повинні бути чіткими й однозначними для користувачів всіх рівнів, а також для прикладних задач всіх типів;

- реакція системи на всі типи запитів також повинна бути однозначною і зрозумілою і, по можливості, простий.

В - дружність інтерфейсу це максимальна простота його використання і готовність повною мірою задовольнити запити користувача при вирішенні певного класу задач.

Г - Гнучкість інтерфейсу

Гнучкість інтерфейсу - це можливість його адаптації до вирішення конкретного завдання. Якщо можна вирішити завдання дуже складна, то інтерфейс повинен полегшувати формулювання запитів і видавати результати в формі, яка легко і швидко сприймається користувачем. Тобто інтерфейс повинен буди максимально простим навіть в разі, коли вирішується дуже складне завдання.

При цьому простота означає наступне:

- інтерфейс не повинен бути переобтяжений деталями по уявлення розв'язку поставленого завдання

- користувач може не охопити всіх подробиць (і в цьому, як правило, немає необхідності) - тобто нічого зайвого, крім того, що необхідно для розуміння результату;

- він не повинен містити зайвих декоративних деталей, відволікають від головного завдання;

- інтерфейс повинен бути консистентної, тобто, грунтуватися на використанні відомих, загальноприйнятих методів і засобів подання інформації;

- в ідеалі процес взаємодії користувача з системою не повинен представляти ніяких труднощів.

3.2.2 Характеристики інтерфейсу користувача та принципи його формування

Під інтерфейсом взаємодії розуміють сукупність домовленостей про форми, способи, процеси, правила взаємодії користувача з ПЕОМ. Одним з перспективних напрямків створення користувацьких інтерфейсів вважаються адаптивні інтерфейси. адаптивним інтерфейсом (AI) називають сукупність програмних і технічних засобів, дозволяють користувачеві ефективно використовувати всі можливості, які надає система, і задаються конкретні налагодження для кожного користувача. Одним з головних критеріїв ефективності функціонування програмних продуктів є максимальне використання для роботи з ними людських ресурсів. Це пов'язано перш за все з тим, що вартість людських ресурсів для роботи з програмним забезпеченням вже досягла вартості системних компонент, а в багатьох випадках істотно їх перевершує.

Для того, щоб адаптивний інтерфейс міг бути коректно вбудованим в процес діалогу для користувача кожного рівня, він повинен враховувати апріорну інформацію про психофізичні, професійні, особисті характеристики користувача. Ця інформація добувається шляхом попереднього початкового тестування користувача. Але цієї інформації для коректної роботи AI явно недостатньо. Додаткова інформація про користувача, взаємодіє в даний момент з системою, повинна бути отримана з аналізу дій користувача безпосередньо в процесі роботи. Цей спосіб отримання знань про користувача і є основою динамічної адаптації.

Адаптивний інтерфейс повинен забезпечувати користувачеві полегшений режим взаємодії. Адаптивна система повинна поєднувати в собі особливості адаптивних і адаптованих компонентів. Це даватиме користувачам засоби, які

дають можливість проводити власні зміни в налаштуваннях інтерфейсу, виходячи з їх потреб.

Системи, що дозволяють користувачеві змінювати певні системні параметри і відповідно змінювати їх поведінку, називають адаптованими. Системи, адаптуються до користувача автоматично, грунтуючись на припущеннях системи, називаються адаптивними.

Незважаючи на те, що на сьогодні вже досягнуто певного прогресу в побудові інтерфейсів, питання взаємної адаптації функціонування програмних систем (ПС) і користувача ПС, до сих пір залишаються відкритими. Більш того, актуальність їх зростає в зв'язку з розвитком мережі Internet, появою повністю графічних інтерфейсів, розвитком засобів мультимедіа, широким застосуванням гіпертекстових документів, розширенням сфер використання та масовістю застосування ПЕОМ.

Розробка природно-мовного (ПМ) інтерфейсу в складі СППР дозволяє забезпечити виконання запиту особи, що приймає рішення (ОПР), або експерта-аналітика в базу експертних знань. можливість адаптації системи до рівня професіоналізму користувача здійснюється за рахунок здатності сприймати і виконувати запити на внутрішній формальній мові, що забезпечує більш швидкий доступ до інформації.

Природно-мовний інтерфейс є посередником між людиною і базою даних. Він переводить запити, що надходять на природній мові, в формальне подання, звертається з ним до бази даних, і являє результат, використовуючи алгоритми і технології реалізовані в СППР, в вигляді, придатному для перегляду та аналізу (рис. 3.1).

Рисунок 3.1 - Загальна схема потоків даних ПИ-інтерфейсу

Користувачами ПМ-інтерфейсів можуть бути як співробітники підприємства - менеджери різних рівнів, так і клієнти. Всім, кому потрібна можливість швидкого і прямого доступу до актуальної інформації. Наведемо кілька областей основних застосувань ПМ-інтерфейсів в діяльності організацій:

- каталог товарів і електронний магазин;
- календарне планування;
- управління кадрами і бухгалтерія;
- склад і планування закупівель;
- аналіз продажів;
- банківська діяльність;
- біржова діяльність.

Використання ПМ-інтерфейсу вигідніше в разі масового користувача (наприклад, користувача сайту), а також як інтегровану з інформаційною системою організації можливість прийняття рішення, при якому доступ до даних є штатною можливістю інформаційної системи організації і, таким чином, є універсальним і, можливо, основним способом пошуку та отримання інформації.

У ситуації, коли успіх організації визначає його здатність адекватно реагувати на зміну зовнішніх і внутрішніх умов, прямий і швидкий доступ до достовірної актуальної інформації, використання ПМ-інтерфейсу надає значно скоротити витрати організації на різних рівнях:

- можливість формулювати потреби в інформації найбільш простим і разом з тим же доступним чином - як для співробітників всередині компанії, так і для доступу клієнтів до публічної інформації (наприклад, в каталог товарів);

- розвантажує фахівців від рутини створення форм і звітів по кожному розрізі інформаційного простору в базі даних. Крім того, оскільки формальне подання ПМ-запиту є, ПМ інтерфейс може бути корисний для розробки традиційних додатків на основі баз даних, оскільки позбавляє від ручного етапу побудови складних SQL-запитів;

- при розробці ПМ-інтерфейсів використовуються сучасні методи інженерії знань, що дозволяє використовувати технологію розуміння на більш високому рівні абстракції даних, ніж реляційна модель зі збереженням записів в пов'язаних таблицях; це серйозний крок на шляху до управління не просто інформацією, а й корпоративними знаннями.

Найбільшої ефективності можна досягти в разі використання комбінації традиційних засобів доступу до даних і доступу природною мовою. Якщо на етапі проектування системи в неї буде вбудований ПМ інтерфейс, це одночасно підвищить надійність і корисність ПМ інтерфейсу, а також різко збільшить інтелектуальність і дружність інформаційної системи в цілому.

Розглянемо конкретний випадок використання ПМ-інтерфейсу. Нехай фірма використовує бази даних для зберігання внутрішньої бізнес інформації. На основі баз даних працюють різні додатки - складська програма, бухгалтерія, кадри, планування, прогнозування стану ринку, закупівлі, які часто об'єднані в єдину комплексну систему. всі ці додатки, як правило, надають інформацію у вигляді таблиць і звітів в визначених розрізах з можливістю фільтрації. Але часто буває так: для прийняття рішення "тут і зараз" необхідно мати такий розріз інформації, таку комбінацію умов, які неможливо задати стандартними засобами, особливо якщо ця інформація знаходиться на стику різних підсистем, наприклад така:

- витрати, зумовлені дефіцитом товару А на складі з початку місяця;

- коли очікується партія товарів фірми Х, і в ній буде;

- кількість проданих холодильників Bosh за кольорами;

- прибуток від продажу відеомагнітофонів в залежності від їх ціни;

- наявність на складі 10 найбільш ходових товарів за минулий місяць.

Як правило, вся необхідна інформація для отримання таких цифр у корпоративної базі даних. Але ні конструкцію бази, ні мови запитів до неї ви не знаєте - цим мають розробники БД і інформаційної системи, побудованої на її основі. Можна, звичайно, попросити їх обчислити ці цифри вручну (з використанням мови SQL, якщо база реляційна), або додати в систему нові функціональні можливості.

Це робиться просто, якщо розробники системи і БД працюють на даному підприємстві. Ситуація складна, якщо розробники – це стороння організація. Але в будь-якому випадку в наступний раз вам буде потрібна будь-яка інша інформація і все почнеться спочатку.

В наявності проблема - і є потреба в оперативному отриманні інформації в різних розрізах для аналізу і прийняття рішень, є сама вихідна інформація, але доступ до неї вимагає знання особливостей побудови бази даних і досвіду розробника. Це рішення полягає в побудові природно-мовного інтерфейсу до бази даних і (в більш загальному випадку) - до інформаційної системи.

Це дає можливість:

- мати прямий доступ до будь-яких аналітичних розрізів інформації, що зберігається в базі;

- швидко отримувати необхідну інформацію, потрібна в поточний момент;

- зосереджуватися на тому, що треба отримати з бази, а не на тому, як це зробити;

- вчасно контролювати правильність занесення інформації в базу;

- доповнити інформаційну систему інтелектуальної технології, дозволить в кінцевому підсумку скоротити витрати на її експлуатацію і підвищити ефективність роботи з нею в цілому.

У загальному вигляді вимоги до ПМ-інтерфейсів повинні визначати зміст і форми інформації, що надається а також регламент взаємодії користувача і системи. Ці вимоги повинні випливати з функцій користувачів, що знаходяться на різних рівнях ієрархії, а також стандартних вимог законодавчих та виконавчих органів до форм обліку та звітності, регламентам діяльності об'єкта визначає в сукупності зовнішній і внутрішній документообіг.

Базовою формою опису технологічних і бізнес-процесів повинна бути сама схема процесу, представлена на різних рівнях ієрархії з різним ступенем деталізації, на якій повинні бути відображені взаємопов'язані технологічні та функціональні компоненти процесу разом з показниками функціонування, що дозволяють судити про факти і якість виконання функцій.

Сервісними формами подання інформації можуть бути тексти, таблиці, графіки, гістограми, а також абстрактні образи, в поєднанні з базовими формами представляють повний спектр типів інформування користувача про стан об'єкта діяльності.

Таким чином, програмне забезпечення інтерфейсного модуля має забезпечити такі можливості:

- введення запитів до бази знань на внутрішній формальній мові системи;
- редагування запитів користувача;
- виконання запитів до бази експертних знань і висновок результатів на екран комп'ютера в зручному для користувача вигляді;
- перегляд проміжних результатів роботи;
- поповнення та коригування бази експертних знань в режимі діалогу;
- верифікацію відповідей на запити.

Основними етапами діяльності користувача в системі, як особи, приймає рішення, є:

1. сприйняття інформації: виявлення об'єкта сприйняття, виділення в об'єкті окремих ознак, ознайомлення з виділеними ознаками і розпізнавання об'єкта сприйняття;

2. оцінки інформації, її аналіз і узагальнення на основі раніше сформованих критеріїв оцінки; оцінка проводиться на основі зіставлення та аналізу ситуації, що в ОВС інформаційної моделі з внутрішньої образно-концептуальною моделлю об'єкта управління (Предметною області);

3. прийняття управлінських рішень. На основі загальних принципів побудови інформаційних систем і врахування особливостей адаптивного інтерфейсу можна сформулювати загальні принципи побудови адаптивних інтерфейсів.

Прінцип1) відповідності призначення і структури інтерфейсу поставленим цілям і завданням. Неможливо побудувати універсальний багатофункціональний інтерфейс, який міг би бути використаний і в складі АСУ реального часу, і в складі системи управління фізичним експериментом. Типізація і універсальність можлива тільки в рамках визначених класів систем.

Прінціп2) мінімізації витрат ресурсів користувача:

- користувач повинен виконувати тільки ту роботу, яка необхідна і не може бути виконана системою, не повинна бути повторенням вже виконаної роботи;

- користувач повинен запам'ятовувати якомога меншу кількість інформації, оскільки це збільшує його можливості приймати оперативні рішення в екстремальних випадках.

3) Принцип максимального взаєморозуміння і несуперечливий. Робота з системою повинна бути простою, не викликати у користувача додаткових ускладнень в пошуках необхідних елементів інтерфейсу. Інформація, отримана

за допомогою інтерфейсу, не повинна вимагати перекодування або додаткової інтерпретації користувачем. Якщо в процесі роботи були використані деякі прийоми, то і в інших випадках прийоми роботи повинні бути ідентичні.

4) Принцип беззбитковості. Користувач повинен вводити тільки мінімальну інформацію і неприпустимий введення вже введеної раніше і отриманої системою інформації.

5) Принцип безпосереднього доступу до системи підказок. Система повинна забезпечувати користувача необхідними інструкціями. Система підказок повинна задовольняти трьом критеріям:

- стислість, якість і повнота інформації;
- вичерпний характер повідомлень про помилки;
- наявність повідомлень про стан системи.

6) Принцип гнучкості. Адаптивний інтерфейс повинен забезпечити спілкування з системою користувачам різного рівня підготовки. Наприклад, для недосвідчених користувачів інтерфейс може бути організовано як ієрархічна структура меню, а для досвідчених - з команд, комбінацій натиснень клавіш і параметрів командного рядка.

7) Принцип максимальної концентрації користувача на завдання, вирішується і локалізації повідомлень про помилки. Адаптивний інтерфейс повинен допомагати концентрувати увагу користувача на конкретного завдання, яка вирішується.

8) Принцип обліку професійних навичок конкретного користувача. При роботі з системою на основі збору деяких даних, одержувані з моделі користувача, проектується "людський фактор", який тісно вплітається в особливості функціонування всієї системи. Формування концептуальної системи означає усвідомлення і оволодіння алгоритмами функціонування інтерфейсу.

10) Принцип легкості користування і простоти навчання. Адаптивний інтерфейс не повинен призводити користувача до роздратування, примушувати до необдуманих дій. адаптивний інтерфейс враховує, що користувач отримує досвід роботи з системою, цілі користувача можуть змінюватися в процесі роботи з системою, Адаптивний інтерфейс характеризується простотою виправлення помилок. Управлінню роботи з системою можна легко навчитися, система забезпечує навчання в процесі роботи.

11) Принцип надійності. Система повинна бути надійною з точки зору роботи користувача. Вона готова до роботи завжди, коли в цьому виникає необхідність, відмови трапляються рідко, відповідях системи не повинен перевищувати встановлених меж. В системі реалізуються можливості захисту інформації та забезпечення необхідного ступеня секретності і різних рівнів доступу до наявної інформації.

1.2.3 Розробка програми для користувача на базі EXCEL

Програму було розроблено на базі компанії Microsoft. Принцип програми прорахувати стратегію прибутку компанії на наступний рік.

Програма складається із чотирнадцяти розділів.

1) Меню програми, де вказано дванадцять місяців із посиланням на кожний із них, а також на чотирнадцятий розділ стратегії прибутку (рисунок 3.2).

2) Наступні дванадцять розділів – це і є вкладки зі звітом прибутку за кожний місяць, де дані про співробітників, витрати на офіс та товар, а також прибуток з товару вказуються самим користувачем, а далі йому виводить звіт по прибутку та витратам за місяць і автоматом заносить дані на вкладку стратегії (рисунок 3.2).

3) Останній розділ програми – вкладка стратегії прибутку на наступний рік. У цій вкладці, користувач нічого не вводить, тут все виводить автоматом, згідно статистика за попередній рік (рисунок 3.3).

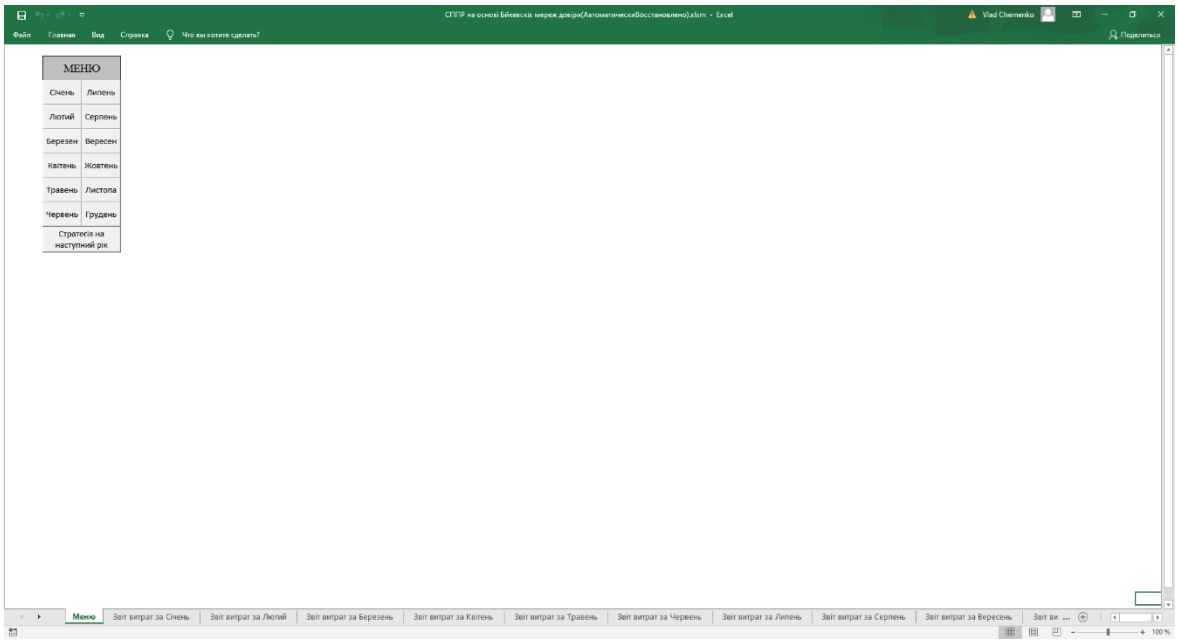


Рисунок 3.2 - Розділ меню

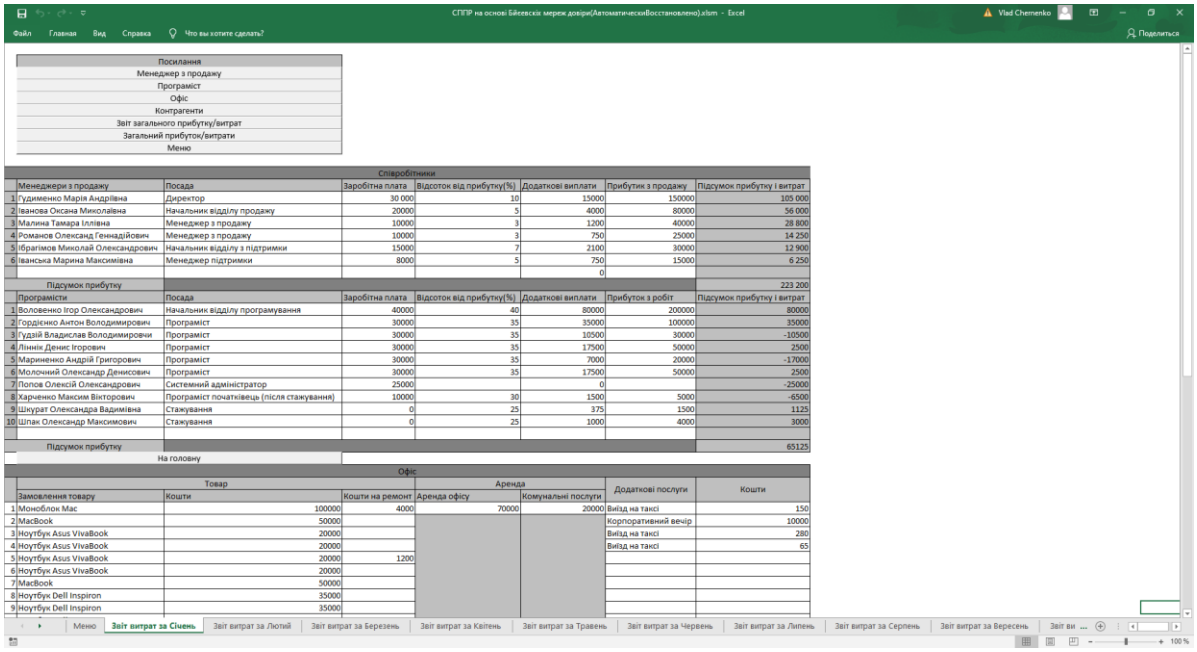
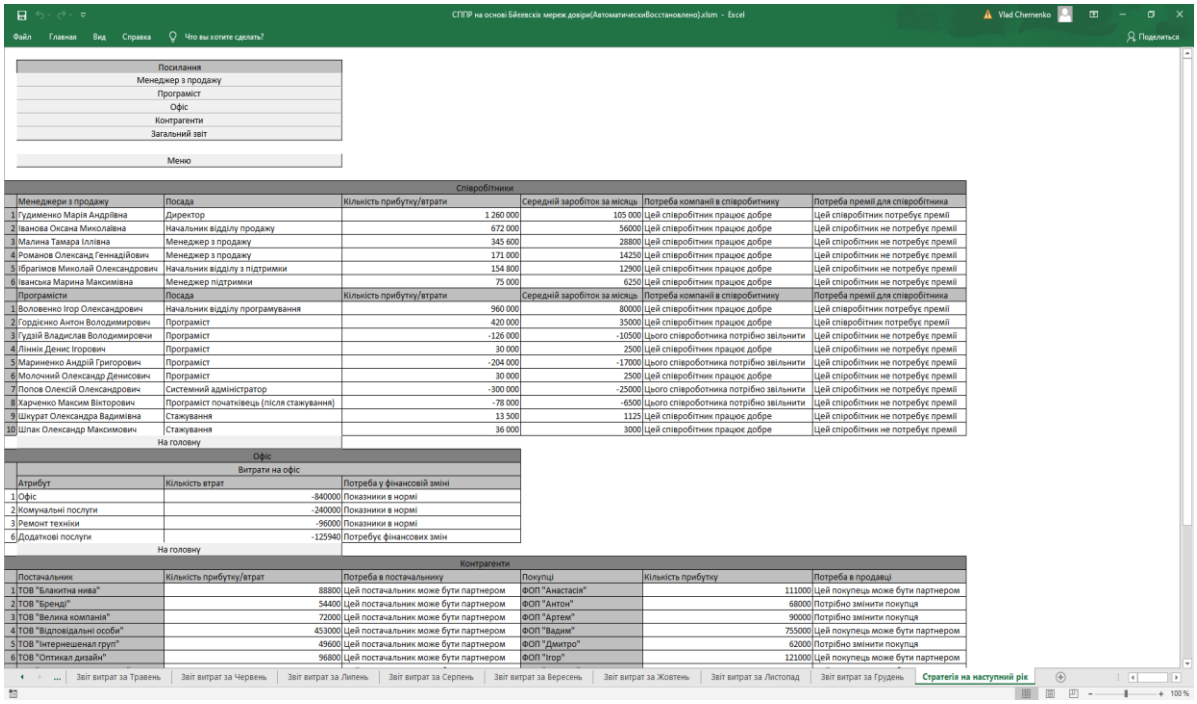


Рисунок 3.3 - Вигляд розділів із місяцями



Посилання
Менеджер з продажу
Програміст
Офіс
Контрагенти
Загальний звіт
Меню

Співробітники

	Менеджери з продажу	Посада	Кількість прибутку/втрати	Середній заробіток за місяць	Потреба компанії в співробітнику	Потреба премії для співробітника
1	Гудименко Марія Андріївна	Директор	1 260 000	105 000	Цей співробітник працює добре	Цей співробітник потребує премії
2	Іванова Оксана Миколаївна	Начальник відділу продажу	672 000	56000	Цей співробітник працює добре	Цей співробітник не потребує премії
3	Малина Тамара Іллівна	Менеджер з продажу	345 600	28800	Цей співробітник працює добре	Цей співробітник не потребує премії
4	Романов Олександр Геннадійович	Менеджер з продажу	171 000	14250	Цей співробітник працює добре	Цей співробітник не потребує премії
5	Ібрагімов Миколай Олександрович	Начальник відділу з підтримки	154 800	12900	Цей співробітник працює добре	Цей співробітник не потребує премії
6	Іванська Марина Максимівна	Менеджер підтримки	75 000	6250	Цей співробітник працює добре	Цей співробітник не потребує премії
	Програмісти	Посада	Кількість прибутку/втрати	Середній заробіток за місяць	Потреба компанії в співробітнику	Потреба премії для співробітника
1	Воловенко Ігор Олександрович	Начальник відділу програмування	960 000	80000	Цей співробітник працює добре	Цей співробітник потребує премії
2	Гордієнко Антон Володимирович	Програміст	420 000	35000	Цей співробітник працює добре	Цей співробітник потребує премії
3	Гудзій Владислав Володимирович	Програміст	-126 000	-10500	Цього співробітника потрібно звільнити	Цей співробітник не потребує премії
4	Ліннік Денис Ігорович	Програміст	30 000	2500	Цей співробітник працює добре	Цей співробітник не потребує премії
5	Мариненко Андрій Григорович	Програміст	-204 000	-17000	Цього співробітника потрібно звільнити	Цей співробітник не потребує премії
6	Молочний Олександр Денисович	Програміст	30 000	2500	Цей співробітник працює добре	Цей співробітник не потребує премії
7	Попов Олексій Олександрович	Системний адміністратор	-300 000	-25000	Цього співробітника потрібно звільнити	Цей співробітник не потребує премії
8	Харченко Максим Вікторович	Програміст початківець (після стажування)	-78 000	-6500	Цього співробітника потрібно звільнити	Цей співробітник не потребує премії
9	Шкурат Олександра Вадимівна	Стажування	13 500	1125	Цей співробітник працює добре	Цей співробітник не потребує премії
10	Шпак Олександр Максимович	Стажування	36 000	3000	Цей співробітник працює добре	Цей співробітник не потребує премії

На головну

Офіс

Витрати на офіс

	Атрибут	Кількість втрат	Потреба у фінансовій зміні
1	Офіс	-840000	Показники в нормі
2	Комунальні послуги	-240000	Показники в нормі
3	Ремонт техніки	-96000	Показники в нормі
6	Додаткові послуги	-125940	Потребує фінансових змін

На головну

Контрагенти

	Постачальник	Кількість прибутку/втрат	Потреба в постачальнику	Покупці	Кількість прибутку	Потреба в продавці
1	ТОВ "Блакитна нива"	88800	Цей постачальник може бути партнером	ФОП "Анастасія"	111000	Цей покупець може бути партнером
2	ТОВ "Бренді"	54400	Цей постачальник може бути партнером	ФОП "Антон"	68000	Потрібно змінити покупця
3	ТОВ "Велика компанія"	72000	Цей постачальник може бути партнером	ФОП "Артем"	90000	Потрібно змінити покупця
4	ТОВ "Відповідальні особи"	453000	Цей постачальник може бути партнером	ФОП "Вадим"	755000	Цей покупець може бути партнером
5	ТОВ "Інтернешенал груп"	49600	Цей постачальник може бути партнером	ФОП "Дмитро"	62000	Потрібно змінити покупця
6	ТОВ "Оптикал дизайн"	96800	Цей постачальник може бути партнером	ФОП "Ігор"	121000	Цей покупець може бути партнером

Рисунок 3.4 - Розділ стратегії

Створення відбувалося за допомогою вкладки розробника в якій було використано макроси, за допомогою звичайних формул, а також, як було вказано у першому розділі і описано про Байєса за допомогою команди Якщо (A), то (B). Тобто було використано примітивні і прості для використання правила.

Макроси, оскільки використовувалися лише як посилання, було створено найпростіше. Все що потрібно було зробити, це почати запис макросу і обрати потрібну вкладку або поле, після чого було завершено запис макросу. Таким чином в нас вийшли клавіші із посиланнями (Рисунок 3.5, Рисунок 3.6)

МЕНЮ	
Січень	Липень
Лютий	Серпень
Березен	Вересен
Квітень	Жовтень
Травень	Листопа
Червень	Грудень
Стратегія на наступний рік	

Рисунок 3.5 - Вигляд посилань

Посилання
Менеджер з продажу
Програміст
Офіс
Контрагенти
Звіт загального прибутку/витрат
Загальний прибуток/витрати
Меню

Рисунок 3.6 - Вигляд посилань

В кінці було використано звичайну формулу «якщо», де програма виводить потребу у томи чи іншому атрибуті (Рисунок 3.7, Рисунок 3.8).

Потреба компанії в співробитнику	Потреба премії для співробітника
Цей співробітник працює добре	Цей співробітник потребує премії
Цей співробітник працює добре	Цей спіробітник не потребує премії
Цей співробітник працює добре	Цей спіробітник не потребує премії
Цього співроботника потрібно звільнити	Цей спіробітник не потребує премії
Цього співроботника потрібно звільнити	Цей спіробітник не потребує премії
Цього співроботника потрібно звільнити	Цей спіробітник не потребує премії
Потреба компанії в співробитнику	треба премії для співробітника
Цей співробітник працює добре	Цей співробітник потребує премії
Цей співробітник працює добре	Цей співробітник потребує премії
Цього співроботника потрібно звільнити	Цей спіробітник не потребує премії
Цей співробітник працює добре	Цей спіробітник не потребує премії
Цього співроботника потрібно звільнити	Цей спіробітник не потребує премії
Цей співробітник працює добре	Цей спіробітник не потребує премії
Цього співроботника потрібно звільнити	Цей спіробітник не потребує премії
Цього співроботника потрібно звільнити	Цей спіробітник не потребує премії
Цей співробітник працює добре	Цей спіробітник не потребує премії
Цей співробітник працює добре	Цей спіробітник не потребує премії

Рисунок 3.7 - Потреба у співробітниках

=ЕСЛИ(D13>200000;"Цей співробітник працює добре";"Цього співроботника потрібно звільнити")

Рисунок 3.8 - Формула, яка використовувалася для розрахунку стратегії

Таким чином, наша створена програма виявилася і на вигляд для користувача і для розробника доволі примітивною і простою, але за рахунок цього, у компаній, які будуть користуватися такою програмою, підуть мінімальні витрати на розробку, а прибуток може принести більший.

Висновок

У цьому розділі було описано інтерфес користувача та створення самої програми, а також ми дізналися як за допомогою мінімальних фінансових витрат та мінімальних сил розробника зробити програму, яка в майбутньому може принести великі фінансові прибутки. Також ми розглянули створення програми на базі exel за допомогою макросів, клавіш та формул.

РОЗДІЛ 4 СТАРТАП

4.1 Опис ідеї проекту

У даному розділі описано економічне обґрунтування реалізації стартап-проекту на тему «Створення систему підтримки прийняття рішень малого бізнесу на основі байєвських мереж довіри». В таблиці 4.1 приводиться опис ідеї стартап-проекту.

Таблиця 4.1 – Опис ідеї стартап проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Прорахування стратегії прибутку	Надання допомоги малим підприємствам	Отримання допомоги у фінансовому прибутку

В таблиці 4.2 показано перелік техніко-економічних властивостей характеристик ідеї.

Таблиця 4.3 – Технологічна здійсненність ідеї проекту

№ п/п	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1.	Розробка ПЗ для аналізу стратегії прибутку компанії.	Exel	Наявна	доступна
2.		Макроси	Наявна	Доступна
3.		Звичайні формули	Наявна	Доступна
Обрана технологія реалізації ідеї проекту: Python				

В таблиці 4.4 проводиться порівняльний аналіз показників: для власної ідеї визначаються показники, що мають

а) гірші значення (W, слабкі);

б) аналогічні (N, нейтральні) значення;

в) кращі значення (S, сильні)

Таблиця 4.4 – Визначення сильних та слабких характеристик ідеї проекту

№ п/п	Техніко-економічні характеристики ідеї	Товар	W (слабка сторона)	N (нейтральна сторона)	S (сильна сторона)
		Мій проект			
1.	Ціна	Низька			+
2.	Ефективність	Висока			+
3.	Функціонал	спеціалізований		+	

4.2 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап проекту

Таблиця 4.5 – Фактори загроз

№ п/п	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1.	Новий продукт	Потенційні користувачі з підозрою ставляться до нових продуктів	Наукове обгрунтування та «Пробні» версії
2.	Безпека даних	Втрата даних для аналізу є проблемою державного рівня	Приймати нейтральну політичну позицію і гарантувати безпеку даних

Таблиця 4.6 – Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

Складові аналізу	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари-замінники
	Доступ до каналів розподілу	-	Розмір купівлі, контроль якості	Ціна
Висновки	Є можливості входу в ринок. Потенційних конкурентів немає.	Постачальники не диктують умови роботи на ринку.	Клієнти диктують високі критерії якості продуктів.	-

За результатами аналізу таблиці робиться висновок щодо принципової можливості роботи на ринку з огляду на конкурентну ситуацію. Також робиться висновок щодо характеристик (сильних сторін), які повинен мати проект, щоб бути конкурентоспроможним на ринку. Другий висновок враховується при формулюванні переліку факторів конкурентоспроможності.

Таблиця 4.7 – Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№ п/п	Фактор конкуренто-спроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)
1.	Орієнтованість продукту	Оскільки продукт орієнтований на розв’язання конкретних задач, то він ефективніший за своїх найближчих конкурентів, які орієнтовані на загальний аналіз
2.	Простота інтерфейсу користувача	Користувач має лише завантажити дані і запустити програму на виконання.

Таблиця 4.8 – Альтернативи ринкового впровадження стартап проекту

№ п/п	Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
1.	Розробка програмного забезпечення та грамотна маркетингова програма	90%	5-6 місяців
2.	Інтеграція продукту в існуючі. Злиття з конкурентами	40%	12 місяців

4.3 Розроблення ринкової стратегії проекту

За результатами аналізу потенційних груп споживачів (сегментів) автори ідеї обирають цільові групи, для яких вони пропонуватимуть свій товар, та визначають стратегію охоплення ринку (таблиця 4.10).

Для роботи в обраних сегментах ринку необхідно сформувати базову стратегію розвитку. За М. Портером, існують три базові стратегії розвитку, що відрізняються за ступенем охоплення цільового ринку та типом конкурентної переваги, що має бути реалізована на ринку (за витратами або визначними якостями товару).

Стратегія лідерства по витратах передбачає, що компанія за рахунок чинників внутрішнього і/або зовнішнього середовища може забезпечити більшу, ніж у конкурентів маржу між собівартістю товару і середньо ринковою ціною (або ж ціною головного конкурента).

Стратегія диференціації передбачає надання товару важливих з точки зору споживача відмітних властивостей, які роблять товар відмінним від товарів конкурентів. Така відмінність може базуватися на об‘єктивних або

Суб‘єктивних, відчутних і невідчутних властивостях товару(у ширшому розумінні – комплексі маркетингу), бути реальною або уявною. Інструментом реалізації стратегії диференціації є ринкове позиціонування.

Стратегія спеціалізації передбачає концентрацію на потребах одного цільового сегменту, без прагнення охопити увесь ринок. Мета тут полягає в задоволенні потреб вибраного цільового сегменту краще, ніж конкуренти. Така стратегія може спиратися як на диференціацію, так і на лідерство по витратах, або і на те, і на інше, але тільки у рамках цільового сегменту. Проте низька ринкова доля у разі невдалої реалізації стратегії може істотно підірвати конкурентоспроможність компанії.

Таблиця 4.10 – Визначення базової стратегії розвитку

№ п/п	Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку
1.	Розробка програмного забезпечення та грамотна маркетингова програма	За рахунок потреби у якісному продукті	Ціна	Стратегія спеціалізації

Наступним кроком є вибір стратегії конкурентної поведінки.

Стратегія лідера. Залежно від міри сформованості товарного(галузевого) ринку, характеру конкурентної боротьби компанії-лідери обирають одну з трьох стратегій: розширення первинного попиту, оборонну або наступальну стратегію або ж застосувати демаркетинг або диверсифікацію.

Стратегія розширення первинного попиту доцільна у разі, якщо фірмі- лідерові недоцільно розмінюватися на боротьбу з невеликими конкурентами, вона може отримати велику економічну віддачу від розширення первинного рівня попиту. В цьому випадку компанія займається реалізацією заходів по формуванню попиту (навчанню споживачів користуванню товаром, формування регулярного попиту, збільшення разового споживання), також пропаганду нових напрямів застосувань існуючих товарів, виявлення нових груп споживачів.

У міру зростання ринку, його становлення позиції компанії-новатора починають атакувати конкуренти-імітатори. В цьому випадку, компанія може вибрати оборонну стратегію, метою якої є захист власної ринкової долі.

Наступальна стратегія припускає збільшення своєї частки ринку. При цьому переслідувана мета полягає в подальшому підвищенні прибутковості роботи компанії на ринку за рахунок максимального використання ефекту масштабу.

Якщо фірма потрапляє під дію антимонопольного законодавства, вона може удатися до стратегії демаркетингу, що припускає скорочення своєї частки ринку, зниження рівня попиту на деяких сегментах за рахунок підвищення ціни. При цьому ставиться завдання недопущення на ці сегменти конкурентів, а компенсація втрат прибутку через зменшення обсягів виробництва компенсується встановленням надвисоких цін.

Стратегія виклику лідера . Стратегію виклику лідерові найчастіше вибирають компанії, які є другими, третіми на ринку, але бажають стати лідером ринку. Теоретично, ці компанії можуть прийняти два стратегічні рішення: атакувати лідера у боротьбі за частку ринку або ж йти за лідером.

Рішення атакувати лідера є досить ризикованим. Для його реалізації потрібні значні фінансові витрати, know – how, краще співвідношення

«ціна- якість», переваги в системі розподілу і просування і т. д. У разі не реалізації цієї стратегії, компанія може бути відкинута на аутсайдерські позиції на досить довгий час. Залежно від цього компанія може вибрати одну з альтернативних стратегій: фронтальної або флангової атаки.

Стратегія наслідування лідеру . Компанії, що приймають слідування за лідером – це підприємства з невеликою часткою ринку, які вибирають адаптивну лінію поведінки на ринку, усвідомлюють своє місце на нім і йдуть у фарватері фірм-лідерів. Головна перевага такої стратегії – економія фінансових ресурсів, пов‘язаних з необхідністю розширення товарного(галузевого) ринку, постійними інноваціями, витратами на утримання домінуючого положення.

Стратегія заняття конкурентної ніші. При прийнятті стратегії зайняття конкурентної ніші (інші назви – стратегія фахівця або нішера) компанія в якості цільового ринку вибирає один або декілька ринкових сегментів. Головна особливість – малий розмір сегментів/сегменту. Ця конкурентна стратегія являється похідною від такої базової стратегії компанії, як концентрація.

Визначення стратегії конкурентної поведінки наведено у таблиці 4.11.

Таблиця 4.11 – Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

№ з/п	Чи є проект «першопрохідцем» на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?	Стратегія конкурентної поведінки
1.	Так	Шукати нових споживачів	Продуктів з таким вузько направленим функціоналом та методологією нема	Стратегія заняття конкурентної ніші.

На основі вимог споживачів з обраних сегментів до постачальника (стартап-компанії) та до продукту, а також в залежності від обраної базової стратегії розвитку та стратегії конкурентної поведінки розробляється стратегія позиціонування, що полягає у формуванні ринкової позиції (комплексу асоціацій), за яким споживачі мають ідентифікувати торгівельну марку/проект (таблиця 4.12).

Таблиця 4.12 – Визначення стратегії позиціонування

№ п/п	Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкурентоспроможні позиції власного стартап-проекту	Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту (три ключових)
1.	Необхідність невисокої ціни продукту, точності та ефективності роботи ПЗ	Стратегія спеціалізації	Ціна та ефективність	Низька ціна Висока ефективність Простота у використанні

Висновки до розділу 4

Є можливість ринкової комерціалізації проекту (наявний попит, наявна динаміка ринку, наявна рентабельність роботи на ринку). Є перспективи впровадження з огляду на потенційні групи клієнтів, бар’єри входження, стан конкуренції, конкурентоспроможність проекту. Доцільно обрати альтернативу розробки програмного забезпечення та грамотної маркетингової програми для ринкової реалізації проекту. Подальша імплементація проекту є доцільною.

ВИСНОВКИ

У даній роботі була розглянута задача аналізу кредитного ринку та банківської системи. Розглянуто теоретичні основи, структуру та функції кредитного ринку. Проведено огляд існуючих методологій та підходів серед вітчизняної та зарубіжної літератури.

Проведено аналіз ефективності кредитного ринку України методом аналізу середовища функціонування (Data Envelopment Analysis), для чого було побудовано дві моделі (VRS та CRS типів), одну з яких використовував Ngo для аналізу ефективності банківської системи В'єтнаму, а інша є модифікованою автором версією. Отримані результати за першою моделлю мають такі ж тенденцію та характер, як і результати Ngo. Також, було побудовано дві моделі для аналізу ефективності залучення депозитів та видачі кредитів банківської системою України. Для отриманих оцінок ефективності було побудовано моделі лінійної регресії за рекомендаціями Aburime та проаналізовано вплив макроекономічних показників на ефективність кредитного ринку та банківської системи згідно отриманих моделей.

В процесі роботи для проведення досліджень було розроблено програму для обчислення ефективності методом DEA на мові програмування Python. Також, в ході проведення досліджень використовувались програмний продукт Excel та мова програмування R.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. D.O. Beim, C.W. Calomiris. Emerging Financial Markets. New York. McGraw Hill. 2001. pp. 143 – 156.
2. S. Caner and V. Kontorovich. Efficiency of the banking sector in the Russian Federation with international comparison. *Higher School of Economics Economic Journal*. 2004. vol. 8, no. 3. pp. 357-375.
3. Thanh Ngo. Measuring the Performance of the Banking System: Case of Vietnam *Journal of Applied Finance & Banking*. 2012. vol. 2. pp. 289-312.
4. Т.В. Гениберг. Эффективность кредитного механизма: понятие и методический аппарат оценки. *Вестник НГУЭУ*, 2013, № 2. С. 71-85.
5. Івасів Б.С. Гроші та кредит. Київ: КНЕУ, 2001р. 404 с.
6. І.В. Алєксєєв, М.К. Колісник, О.Й. Вівчар та ін.. Гроші та кредит : *навчальний посібник*. Львів, Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2004. 168 с.
7. Алєксєєв І.В. Гроші та кредит : *навчальний посібник*, Колісник М.К. – К.: Знання, 2009. 253с.
8. Погодин Ю.Н. Кредит и его эффективность в условиях социализма Деньги и кредит, 1973. 37–43с.
9. Авдиянц Ю.П. Кредит и повышение экономической эффективности производства. М.: Финансы, 1972. 41–43с.
10. Котова Е.В. Микрокредитование (микрофинансирование) как форма финансово-кредитной поддержки малого бизнеса, *Вестник АГТУ*, 2005. 27–32с.
11. Тупицына М.Н. Институциональная структура кредитного рынка, 2008. 26с.

12. Лапина К.В. Денежно-кредитный механизм взаимодействия банковского и реального секторов экономики: на примере Приморского края: автореф. … канд. экон. наук. : спец. 08.00.10 «*Финансы, денежное обращение и кредит*», 2006. 27 с.
13. R.D. Banker, A. Maindiratta. Nonparametric Analysis of Technical and Allocative Efficiencies in Production, Econometrica, 1988. № 56, - pp. 1315-1332.
14. Farrell M.J. The Measurement of Productive Efficiency, *Journal of Royal Statistical Society*, 1957. № 120. pp.253-290.
15. A. Charnes, W. Cooper, B. Golany. Foundations of data envelopment analysis for Pareto-Koopmans efficient empirical production functions, *Journal of Econometrics*, 1985. vol. 30(2). pp. 91-107.
16. M. Asmild, J. C. Paradi, V. Aggarwal, C. Schaffnit. Combining DEA Window Analysis with the Malmquist Index Approach in a Study of the Canadian Banking Industry, *Journal of Productivity Analysis*, 2004. vol. 21(1). pp. 68-89.
17. Вовчак О.Д. Кредит і банківська справа, 2008. 564с.
18. В.І. Пахомов, Л.В. Стрільчук. Гроші та кредит, 2004. 56 с.
19. Мороз А.М. Банківська енциклопедія, 2003р. 327 с.
20. Миськів Г.В. Функції кредитного ринку та їх еволюція, 2014. 43-48с.
21. Є.М. Сич, В.П. Ільчук, Н.І. Гавриленко. Ринок фінансових послуг, 2012. 428с.
22. Саввина О.В. Регулювання фінансових ринків, 2008. 204 с.
23. Зельников И.Н. Влияние кредита на эффективность общественного производства. 1973. 18–24с.
24. Шор Ю.Л. К вопросу об анализе использования кредита. 1973. 32–34с.
25. Крол И.М. К вопросу об исследовании эффективности краткосрочного кредита. 1973. 55–56с.